National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

A PRACTICAL PERSPECTIVE

The NRC Plan 1986-1990

Canada

86-01877/

This Plan is presented on behalf of the members of NRC's governing Council

Dr. L. Kerwin
President
National Research Council of Canada
Ottawa, Ontario

Dr. R.E. Bell
Director
Arts, Sciences, and Technology Centre
Vancouver, British Columbia

Dr. A. Benedek
President
Zenon Environmental Inc.
Burlington, Ontario

Dr. A. Cabana
Recteur
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec

M. R. De Coster
Président
Société d'assurance-dépôts du Canada
Sillery, Québec

Dr. D.J. Doyle
President
Doyletech Corp.
Kanata, Ontario

Mr. D.A. Eisenhauer
President
Atlantic Bridge Co. Limited
Lunenburg. Nova Scotia

Mr. D.A. Farlinger
Chief Executive Officer
I.D. Engineering
Winnipeg, Manitoba

Dr. U.M. Franklin
Professor
Department of Metallurgy and Materials Science
Toronto, Ontario

M. J.-G. Fredette
Vice-président — Québec
Monenco
Montréal, Québec

Mr. K. Hammill
Vice-President and General Manager
Omark Canada Ltd.
Guelph, Ontario

Mr. G. Jenkins
President
Process Technology Limited and PTL Research
Oromocto, New Brunswick

Dr. E.J. LeRoux
Assistant Deputy Minister
Agriculture Canada
Ottawa, Ontario

Dr. J.C. Madden
President
New Media Technologies Ltd.
Burnaby, British Columbia

Dr. P.M. Maher
Dean, Faculty of Management
University of Calgary
Calgary, Alberta

Dr. J.J. Mardon
President
Omni Continental Ltd.
New Westminster, British Columbia

Dr. R.F. Pottie
Vice-President (Physical Sciences & Engineering Laboratories)
National Research Council of Canada
Ottawa, Ontario

Mr. M.P. Smith
Regional Senior Vice-President & General Manager
The Bank of Nova Scotia
Saskatoon, Saskatchewan

Dr. G. Yuill
President
G.K. Yuill and Associates
Winnipeg, Manitoba

A PRACTICAL PERSPECTIVE

The NRC Plan 1986-1990

The overall theme of this Plan and its main ideas are summarized in the President's opening words and in the Synopsis following. The ideas are then developed more fully in the document's 11 chapters.

The main text of each chapter appears on its first page. It is followed by complementary photographs, charts or information sidebars. The reader may choose to follow the main text straight through from chapter to chapter and skip over the other material.

From the President 3

A Practical Perspective
A summary of the main ideas and proposals 5

A Sense of Purpose
The past, present, and future of NRC 9

The Economic Imperative
What NRC can do to help the economy 15

Building on Strength
NRC's research activities 21

A Basis for Action
The contribution of NRC's national programs 29

A New Balance
Reorganizing NRC's laboratories 37

A Single Approach
Coordinating NRC activities 43

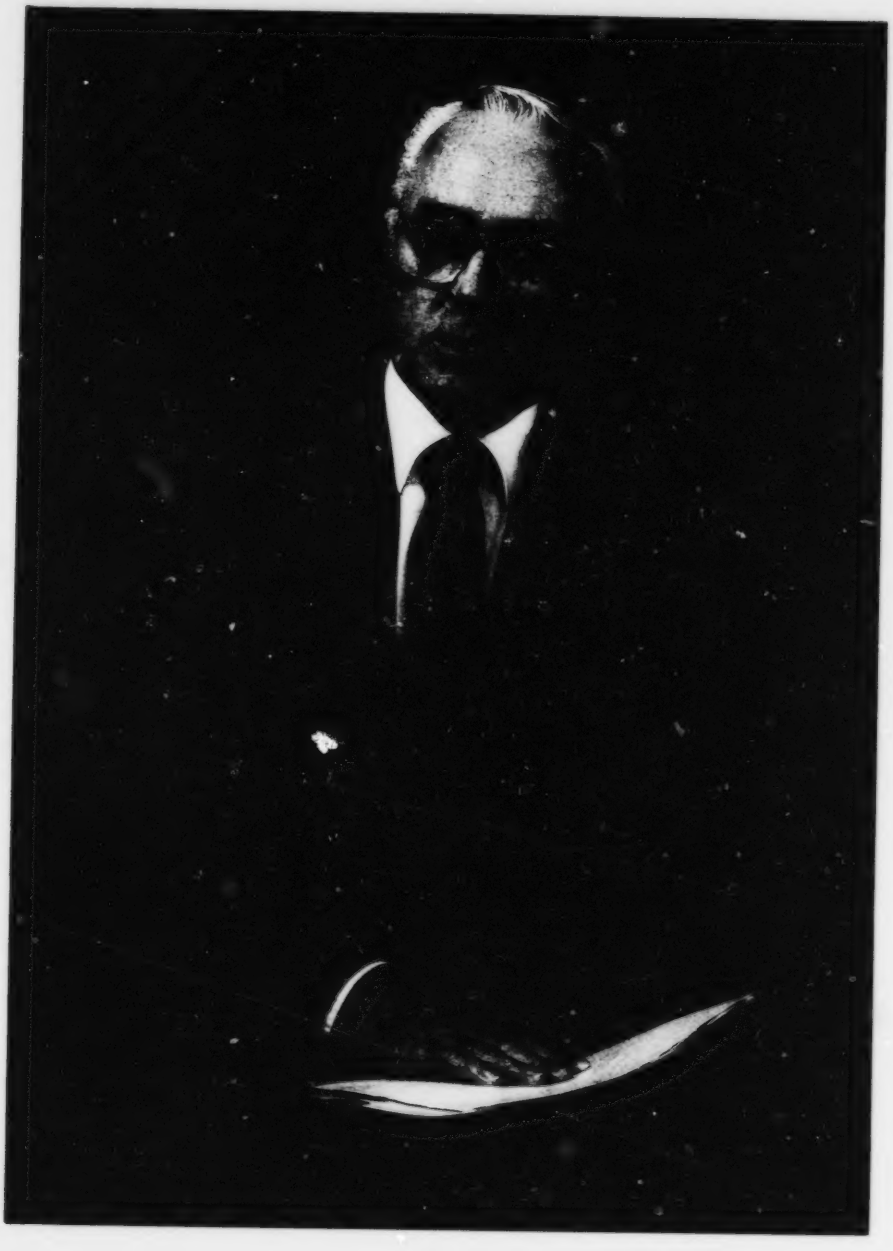
Backing Business
Changes to NRC's industry development programs 47

Profit from Knowledge
Assessing technology for Canada's use 53

Following Through
Staff exchanges and training 57

A Stronger Voice
Involving the external community 59

A Look Ahead
Foreseeable difficulties 63



FROM THE PRESIDENT

Challenge and Change. These words reflect the spirit of NRC, an organization quick to recognize Canada's technological needs and blend together the skills it has to meet them. Throughout its 70-year history NRC has adapted repeatedly to the challenges of the time — from economic threats to wartime peril.

Over a decade ago, there were strong concerns about the relatively low level of industrial R&D in Canada. In response, NRC issued the "Redefined Role," a set of revised policies to strengthen the industrial programs it had and to create new ones.

In 1980, the urgency of putting R&D to work for the economy and the need for strengthening Canada's manufacturing sector were stressed in NRC's first Five-Year Plan, "The Urgent Investment". To do its share, NRC set out to improve the industrial relevance of its laboratory research. It has since succeeded in building a much stronger regional presence and in evolving its research programs more towards important generic technologies.

Today, the urgency of investing in R&D as an instrument of economic recovery is no less than it was five years ago — only time is even shorter. Our industries no longer have the luxury of easing into technological change — competitors will leave us behind. To give industry an edge and to create jobs, Canada needs the full support of its scientific and technical community. Not tomorrow, but **now**.

At a time of reduced government spending our new Plan brings a practical perspective to an urgent need.

The Council is one of the best R&D resources Canada has. It combines excellent laboratory work with innovative programs to support industry, transfer technology and spread technical information. These are essential attributes in helping Canada build a strong industrial future.

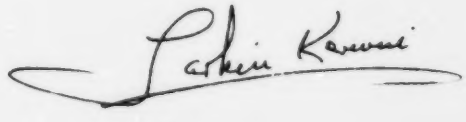
To make its contribution, NRC will not have to get much bigger or richer right away — just stronger at what it does. It must be both efficient and effective.

We have taken stock, sharpened our best tools and are ready to work. We intend to give the same attention as ever to creating knowledge and pay more heed to making it useful and easy for others to get at. While trying harder to give industry more immediate benefits from our work we will go on providing Canada with the basic and long-term research capability that is the essence of NRC's strength.

Above all, NRC remains true to the belief that an investment in knowledge, along with the R&D to get it and use it, is critical to our economic well-being. As that kind of investment, NRC is one of Canada's blue chip stocks. Over the years it has climbed in value, and regularly paid back substantial dividends to the nation.

Independent studies have shown that the laboratories provide considerable commercial payback to industry as well as innumerable social benefits in safety, health and the quality of life. In addition, NRC's industrial support programs have proved to be highly cost effective and among the best available.

And there is no reason to believe that a determined NRC cannot do even more. Within the discipline imposed by scarce resources, our challenge is to draw upon our will and muster our technological strength to continue giving Canada full value from its national laboratory.



Larkin Kerwin,
President,
National Research Council of Canada.

A PRACTICAL PERSPECTIVE

Synopsis

Canadian companies must use new technologies if Canada is to maintain its standard of living. Encouraging and assisting Canadian industries to implement technological solutions will be the major role of the National Research Council in the coming five years.

The required expertise and innovation exists in Canadian laboratories both at the Council and elsewhere. What's missing is a way of bringing it to bear on the problems at hand.

Simply adding to the pool of knowledge achieves little if the knowledge is not used. Canada's economic problems will not be solved just by big government programs in emerging technologies, though such programs will build up important reserves of knowledge. Economic recovery depends on thousands of individual companies getting out into the market place and doing a little or a lot better than their competitors.

To this end, the National Research Council will make itself as much a part of the industrial community as it is of the scientific community.

The Council will streamline its industrial assistance programs to make them even more efficient. The scope of NRC contributions to industry will be expanded to include efforts such as marketing studies for companies contemplating new products. The Council will establish a Technology Assessment Office to identify developing technologies and the opportunities for their application. The Council will also set up a Technology Coordination Centre to promote collaboration of the NRC, industries and universities.

In fact, NRC sees the coordination of joint programs as a major new role for itself. Cooperation among researchers not only makes the best use of the limited technical resources available in Canada, it actively encourages the spread of technical know-how.

The backdrop for the entire NRC effort is the urgent economic need for Canadian industries to become more competitive. Canada now imports far more technology than it exports, relying on natural resources to maintain our standard of living. Now, competition in the resource-based industries requires use of more modern production techniques which will reduce the number of traditional jobs for Canadians in those fields. To create new types of employment, Canada must take a bigger share of the market in processed or value-added products.

Specific sectors where Canadian industry could develop products to compete with imports can be readily identified. For example, Canada now runs a trade deficit of $12 billion a year in high-technology commodities. The imbalance is particularly great in scientific and professional instruments where 80% of Canadian purchases are imported, machinery and transportation equipment (70% imports) and electrical products (40% imports).

To become more effective in its role of assisting Canadian industry, the National Research Council will implement a major internal restructuring. NRC research facilities will be concentrated into larger units which then will be able to focus more effort on a smaller number of activities. At the same time, they will become more effective at the business of technology transfer than is the case with the existing small research sections.

More staff exchanges will be encouraged, sending NRC scientists to private sector facilities and bringing industry experts to NRC labs. The Technology Assessment Office will solicit and evaluate information from Canadian scientists and engineers who would be encouraged to increase their knowledge of technology in other nations. The Council's Industry Development Office will also post technology observers to foreign countries.

In essence, NRC believes that Canada needs to continue the long-term development of expertise upon which scientific and technological strength is built. But in the short term, the practical perspective requires new efforts to ensure that Canadian industry **applies** available and developing technologies in order to improve the efficiency of our economy. ■

CHANGES TO BE MADE

The Council will make a series of organizational changes to reshape itself for the challenge of making the best of technology available to Canadian companies. Specifically, NRC will:

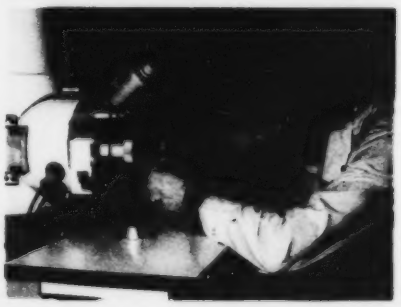
- combine individual research sections into larger units that can:
  — develop a greater range of knowledge and applications in individual areas
  — emphasize goals and objectives more strongly
- set up external advisory Boards for these various research programs
- establish a Technology Coordination Centre to:
  — link NRC's Technology Advisors in the field more closely with the laboratories
  — open up the laboratories to new clients and partners
  — identify at an early stage both possible commercial applications of NRC technologies and potential users of them
- give field officers the authority to approve most industry assistance projects. Sixty per cent of proposals will be dealt with in less than 40 days.
- allocate a portion of the funds of the industry development programs for use in market research studies to:
  — make sure that technically sound proposals will result in commercially successful products
  — identify strategies for market penetration.
- use NRC regional offices as places where venture capitalists, business people, scientists and engineers can get in touch with each other
- establish a Technology Assessment Office that will:
  — provide assessments of technology developments by experts from all sectors
  —put people of complementary needs and knowledge in touch with one another.
- emphasize exchanges of staff, outside postings, and the use of guest workers to broaden perspectives and to spread technical expertise
- increase the use of training courses for staff and management
- use its Associate Committees to provide a mechanism for members of the scientific and technical community to contribute to the formulation of national policy and the promotion of the national effort.

Once NRC has adjusted itself and has begun to work actively with the community in its expanded role, it can be expected that opportunities or problems will be identified. These may well require major new national initiatives in which NRC will be involved.

Each year, the Council will bring out a revised plan that will describe how the previous plans are working, what changes need to be made and why, and what new actions will be taken.

It is essential that every client, every partner, and every member of staff be aware of NRC's determination to play its part in making research and development an instrument of economic recovery and an acknowledged component of economic well-being.

A researcher examines a radioautograph of DNA sequencing gel.



Strength and elasticity, new applications and new production methods — just some of the many areas of investigation into plastics at NRC's Industrial Materials Research Institute near Montreal.

THE NEXT FIVE YEARS AT NRC

Year	Action	Approximate increase to the 1985-86 NRC resource levels implied by the specified actions	
		Dollars	Staff
Year 0 (1985)	In progress — reorganization of Divisions and the Industry Development Office (IDO) — construction of major new facilities for biotechnology and marine dynamics in Montreal and St. John's	0%	0%
Year 1 (1986)	Complete the reorganization of Divisions Complete the reorganization and expansion of the IDO Complete the major new facilities for biotechnology and marine dynamics Set up the Technology Coordination Centre Set up the Technology Assessment Office Set up the exchange and training programs Set up mechanisms for selecting pure research projects Begin construction of the Institute for Optics in Quebec City Begin participation in Science Place Canada in Winnipeg Begin participation in the Electrochemistry Laboratory in Shawinigan	0%	4%
Year 2 (1987)	First operating year of the above Analyze and propose possible major initiatives Continue construction of the Institute for Optics and set up participation	2%	8%
Year 3 (1988)	Initiate approved major projects A and B (yet to be identified) Expand programs and services in response to demand Complete construction of the Institute for Optics and begin participation	Increases to be determined	
Year 4 (1989)	Develop major projects and program expansions Initiate major projects C and D (yet to be identified) Expand services to meet demand	Increases to be determined	
Year 5 (1990)	Complete first phase of major projects and program expansions Five yearly review, analysis, and reassessment	Increases to be determined	

Major initiatives under discussion that could involve NRC include Canadian participation in the U.S. Space Station project or a Cold Regions Engineering Institute in Edmonton. Other problems or opportunities requiring a national effort are likely to emerge over the years, for example, in areas such as systems engineering, corrosion, applied mathematics, and coastal engineering.

A SENSE OF PURPOSE

The purpose of the National Research Council is to use science to make life better for Canadians.

Long-term research is the basis of NRC's activities. The insight developed through years of intensive study permits new approaches and lasting solutions to difficult problems, be they industrial, social or environmental. The Council's objective is to use its long-term research to provide a base of knowledge from which to attack short-term problems.

The Council has done a first class job of developing a national body of expertise; but there is a mounting concern within NRC that the nation's use of that knowledge, while steadily increasing, should be much more widespread.

The challenge for the next five years will be to find ways to expand the use of NRC's knowledge for solving today's problems without compromising the continuing development of expertise for tomorrow.

The Need

Throughout its 70 years, the Council has responded to the national needs of the time. In doing so it has successfully taken on a variety of roles. Today, the concerns are clear. Canada is going through a difficult economic period. Much of Canadian industry needs to advance technologically to compete with other countries. At the same time, the federal deficit has been growing dramatically. These concerns establish both the problem to which NRC must give its attention and the context in which it must do so. The Council must help Canadian industries improve their products and processes, and it must do so at a time when the government is attempting to limit expenditures.

For these reasons this Plan stresses **actions** for dealing with immediate problems. It is **not** a plan for budgetary **growth**, despite the fact that many of the areas of national concern described in NRC's 1980 Plan remain concerns today. The first step in improving the economy is to use **existing** resources as effectively as possible.

Canada faces a difficult struggle to maintain its standard of living in an increasingly competitive world. Traditionally, our economy has been based on the sale of natural resources. Now the world demand for natural resources is smaller and other countries are taking a bigger share of the market. To remain competitive, we must introduce new methods of production that will reduce the number of jobs in the resource industries. To recover these jobs, Canada must take a bigger share of the market in processed or value-added products.

The needs of the nation now demand that NRC concentrate on serving one major client, the Canadian economy, and particularly those companies that are expanding, defining new market opportunities, and creating new employment.

The Response

For the immediate future, NRC will focus the applications of its base of expertise on the needs of industry. In addition, NRC will use its position as the central body of Canadian R&D to coordinate the efforts of the relatively small Canadian science and engineering community. The Council will bring together the private, university, and government sectors in joint programs and projects. It has already begun this process in initiatives, such as its program of research in biotechnology.

The central themes of the Council's next five years will be the development of technologies from fundamental knowledge and the diffusion of knowledge and skills throughout Canadian industry. The goal will be to ensure that every company is aware of and has the opportunity to adopt new processes and products that will maintain its competitive position.

The Council will:

- improve its awareness of industrial constraints
- involve the client in the choice and definition of NRC programs
- remain involved with companies through stages of engineering development closer to the final commercial product

- improve its methods of disseminating information
- provide greater access to knowledge developed in Canada and abroad
- identify commercially promising technologies as early as possible
- streamline its financial and technical support of industry
- coordinate and participate actively in collaborative programs with industry, universities, and other federal and provincial research organizations.

The Tradition

Whatever the role NRC has played over the years, there has been one unshakeable constant — a dedication to excellence. If that dies, NRC dies with it. The Council's pursuit of excellence is founded on providing a stimulating environment for first-class people. Intellectual stimulation remains an essential element of continuing success in science and technology. It must now be coupled with an increasing awareness of industrial needs and a sense of urgency. ■

OUR ROOTS

The National Research Council was set up in 1916 to coordinate and promote scientific and industrial research in Canada. Originally called the Honorary Advisory Council on Scientific and Industrial Research, the Council was created by Act of Parliament and modelled after a similar British institution. Like most hand-me-downs, it didn't quite fit. Britain had a well-established scientific and technological infrastructure, Canada did not. The Council set about making the necessary alterations.

In its early years, the Council analyzed Canadian science and technology and identified the country's needs. It set up a modest program of grants for research projects and scholarships for students to counteract a lack of trained researchers.

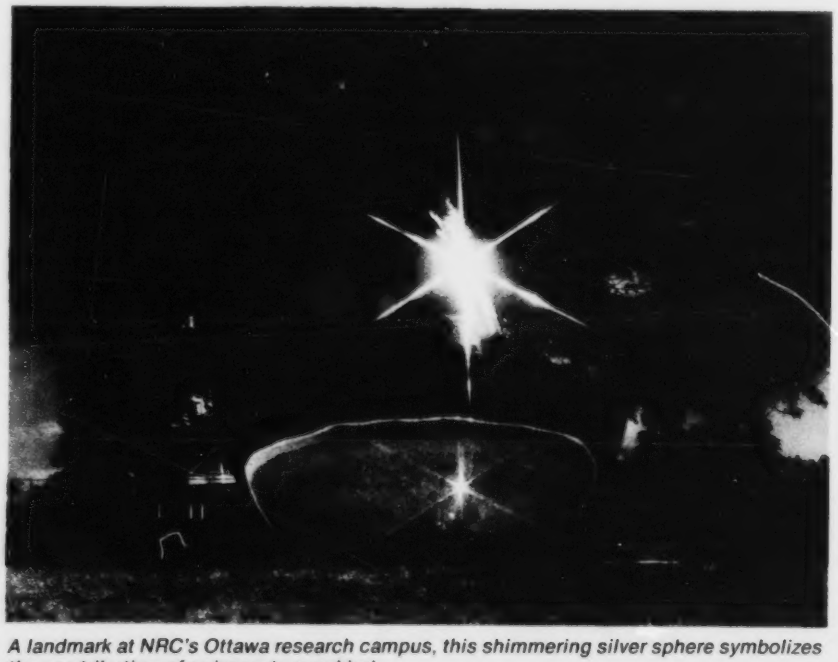
During the twenties, it became clear that Canadian industry lacked the facilities to make good use of research scientists and engineers. The Council convinced the government to provide NRC with laboratories in Ottawa that would be a national centre for making scientific and technical expertise available to industry.

The Council operated these laboratories throughout the thirties, concentrating on applied research for industry and agriculture. Several Canadian industrial companies employed and paid for researchers to carry out their work at NRC. These industrial appointees accounted for almost 10 per cent of the scientific staff.

During World War II, NRC expanded rapidly, from a total staff of less than 300 at its beginning to over 3 000 at its end. With the expansion came a great diversification of interests. NRC scientists were involved in almost every aspect of wartime research, from atomic energy and radar to protective clothing, nutrition, and the packaging and transportation of foods.

Following the war, the Council decided to introduce a strong component of basic research into a program that had consisted almost exclusively of applied research. The universities had proven inadequate in filling the country's basic research needs because they did not have research capabilities of international calibre. Most of the NRC researchers who arrived during the thirties had been trained in foreign universities. Their combined knowledge made up NRC's inventory of basic expertise.

The Council had several purposes in adding basic research to its repertoire. It had learned the lesson that keeping basic expertise up-to-date required a direct involvement with the advancement of knowledge. It recognized that the credibility and recognition to be gained from international stature in basic research would be of great value in developing Canadian science and technology. And it decided that the gap in national competence caused by the inadequacies of the universities could only be filled by



A landmark at NRC's Ottawa research campus, this shimmering silver sphere symbolizes the contribution of science to mankind.

NRC itself while it went about the task of helping the universities to build up their research program. The Council emphasized scientific excellence and world-class research in its own laboratories, established a program of post-doctorate fellowships, and put in place a major program of grants and scholarships for university research. The fellowship program brought to Canada many top quality researchers from abroad who percolated into the university system.

By the 1960's university research had developed to the point that many universities began to see NRC as a rival in the competition for government funds for basic research. At the same time, NRC was being subjected to mounting criticism for neglecting its industrial support to concentrate on excellence in basic research.

The Council began to respond during the 1970's. The industrial support programs were expanded and their delivery strengthened by the creation of the Industry Development Office. The Canada Institute for Scientific and Technical Information was established in 1974 to be the centre of a national scientific and technical information program. And the laboratories began to concentrate more on providing technical support to industry. The late seventies and early eighties saw the creation of a number of new NRC laboratories aimed at the support of industry. There are now NRC laboratories in all regions of Canada.

Over its history the Council has taken urgent actions to correct urgent problems of the day.

Canadian science and technology has finally matured. The university research departments are first class. An important part of industry is innovative and technically adept. Provincial research organizations and technology centres provide short-term contract research and advice.

The Council can now define a complementary role for itself. That role is to undertake the long-term research that leads to new technologies, to help coordinate the efforts of the still small Canadian science and technology community, and to promote the use of the latest technologies by the whole of industry.

The latter parts of this role are the very purposes for which the Council was first created. It is due in large measure to the Council's success in developing the Canadian scientific and technological community that it is now able to direct itself towards this original purpose.

THE NRC FAMILY

NRC consists of its appointed Council and about 3 300 employees. But its involvement extends far beyond its own walls. Much of NRC's activity depends on the contributions and good will of Canada's scientific and technical community. As a prime example, over 1 000 representatives of government, universities and industry give freely of their time as members of the various Associate and Advisory Committees which provide advice and support to NRC.

FIGURES AS OF JULY 1ST 1985

NRC: A CANADIAN INSTITUTION

- **Labs & Facilities**
- **Technology Advisors**

NRC Labs and Facilities

Ottawa

NRC headquarters and the main research campus

— Research Divisions:
Biological Sciences
Building Research
Canada Centre for Space Science
Chemistry
Electrical Engineering
Herzberg Institute of Astrophysics
Mechanical Engineering
Microstructural Sciences
National Aeronautical Establishment
Physics

St. John's

— Institute for Marine Dynamics

Halifax

— Atlantic Research Laboratory

Quebec City

— NRC participation in the Institute for Optics

Montreal

— Biotechnology Research Institute
— Industrial Materials Research Institute

Algonquin Park, Ont.

— Algonquin Radio Observatory

Winnipeg

— NRC participation in Science Place Canada

Saskatoon

— Plant Biotechnology Institute

Penticton

— Dominion Radio Astrophysical Observatory

Vancouver

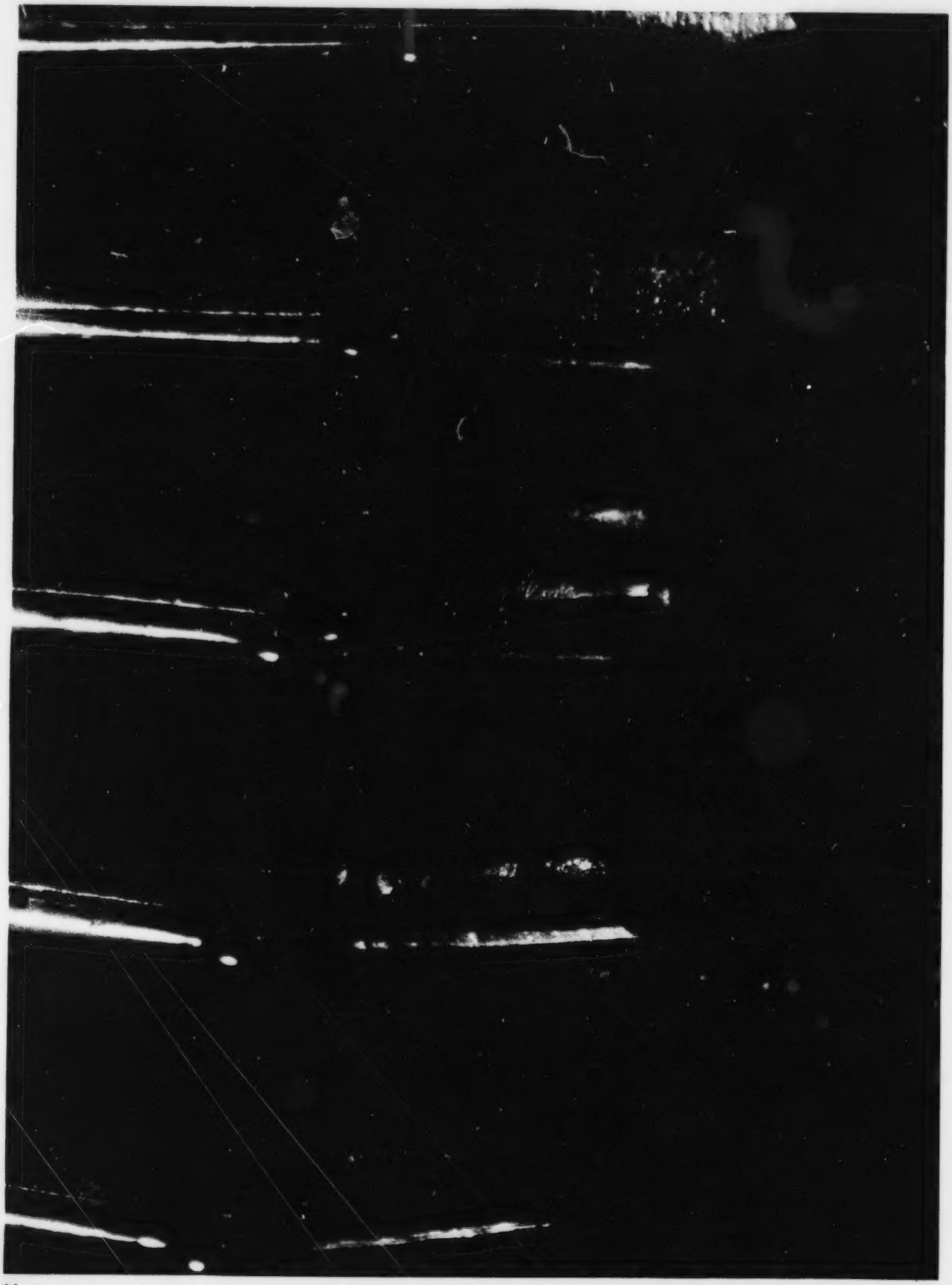
— Division of Mechanical Engineering, Western Laboratory
— Tri-University Meson Facility (externally managed)

Victoria

— Dominion Astrophysical Observatory

Hawaii

— Canada-France-Hawaii Telescope (externally managed)



THE ECONOMIC IMPERATIVE

The production of value-added goods requires effort and ingenuity but relatively few raw materials. Statistics Canada divides Canada's import and export trade figures into several categories of goods. The value-added goods are almost entirely accounted for by the categories 'high-technology products', 'medium-technology products', and 'motor vehicles and parts'. In the years from 1968 through 1983, these categories accounted for an average 61% of Canada's annual imports, but only an average 35% of Canadian exports. The shortfall was made up by exports of petroleum, gas, lumber, coal, steel, and the like.

Canada has built up its standard of living by drawing on its reserves of raw materials. But the stock of readily accessible materials and resources is diminishing, and there is increased competition from other producers of raw materials. Clearly, Canada will be unable to maintain its standard of living over the long haul unless it takes action both to increase its exports of value-added goods and to substitute domestically-produced goods for imported goods. The current trade deficit of $12 billion in high-technology goods alone would be equivalent to more than half a million jobs if these goods were produced domestically along with all the ancillary supplies and services.

Canada has the prerequisites for claiming a bigger share of the world's production of value-added items. It has more than enough raw materials and energy resources for its needs. It has an adequate supply of workers and facilities. And it has people and institutions able to devise better products and better ways of producing them.

What seems to be missing is an effective link between the developers and the users of technologies. The diffusion of technological knowledge is essential to the economic future of the country.

Opportunities

The trade in motor vehicles and parts is largely controlled by intergovernmental agreements, so the greatest opportunity for unfettered expansion of the economy into the world market lies in the area of high- and medium-technology products. A major NRC role will be to help and advise companies in these areas, particularly firms in the very difficult start-up phase. Under existing conditions, it takes about 10 years for a typical company to recover its initial investment and become profitable.

Small companies are hampered by a lack of resources. They cannot maintain large R&D departments of the 'critical mass' needed to generate and exploit new technologies, nor can they tolerate the long lead times from basic research to industrial applications. And they do not have the resources to be aware of developments world-wide. NRC will offer knowledge, advice, and ideas in response to the needs expressed by companies and defined by their market experience.

Many companies will continue to solve their problems in innovation by obtaining licences to technologies developed off-shore, but they will still need help in locating such technologies and in putting them into effect. The Council is building a network of observers in other countries to provide access to foreign technology developments.

Yet it would be foolish for any country to depend entirely on technologies developed elsewhere. The Council must concern itself with the active development and adaptation of technologies in Canada to meet Canadian needs, and with the spreading of technological literacy to many more companies. New technologies are needed by companies large and small to open up new markets for the manufacturing industries.

At the same time, Canada must protect existing markets for resources to make sure that losses there do not offset gains in the manufacturing markets. NRC will use its technical expertise to help the resource industries stay competitive and productive.

The Role of NRC

An OECD paper (summarized in *Science and Technology Indicators 1984*, Statistics Canada) suggests that high-technology industries are those which have:

(i) a high degree of dependence on a strong technological base and research effort

(ii) considerable strategic importance for governments

(iii) long lead-times from basic research to industrial applications, short lead-times in commercialization, and accelerated obsolescence under the competitive pressure of new products and processes.

(iv) high risks and large capital investments

(v) a high degree of international cooperation in R&D, production and marketing.

These characteristics can be generalized to all technology development. The third factor is probably the most significant in defining the role of NRC. The Council is probably the only national organization in Canada that can bridge the gap between basic research and industrial applications. It will do so in cooperation with its clients. The client companies will then be able to shorten their lead-times in commercialization and so gain a greater competitive advantage.

The other factors are also relevant to NRC. The Council has a role in promoting national and international cooperation and technology diffusion. It works to lessen some of the high financial risks through industrial support programs and to reduce the scientific and engineering risks through long-term research and development programs. And of course the Council, as the leading government research agency, gives priority to advanced technological problems and opportunities of importance to the nation.

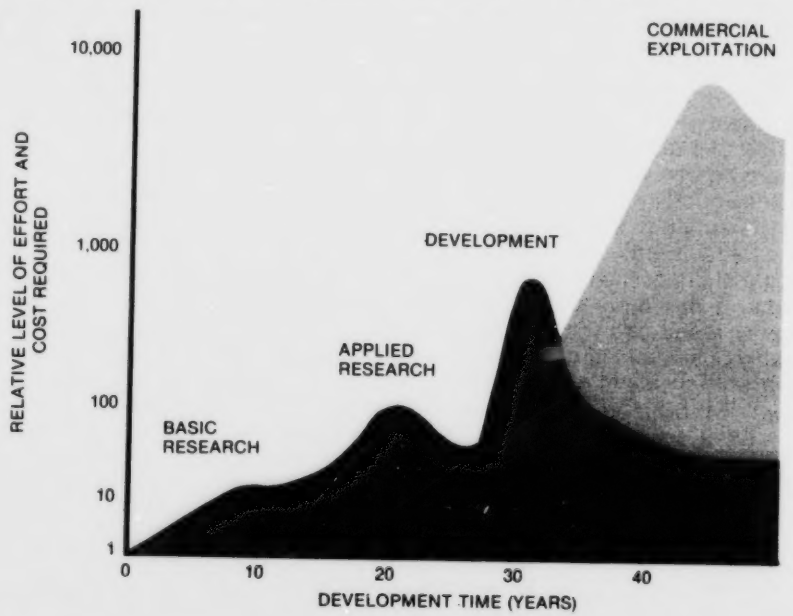
The Critical Factor

The risks and costs faced during the long lead-time from basic research to industrial application discourage the development of home-grown technologies in Canada. At the moment, no Canadian organization devotes itself mainly to what is sometimes called **generic research**, that is the development of a practical technology from knowledge generated by basic research. Lasers are a perfect example of a widely used technology derived from a basic science, quantum physics.

By becoming more involved in generic research, NRC will provide two major advantages for Canada. Perhaps most important, it will be aware of international developments in generic research; and by developing some new technologies of its own, it will give Canada a leading position in some emerging fields. Technologies that have applications in a variety of industries will be particularly worthwhile.

To undertake generic research, NRC will need to do some relevant basic research to be aware of potentially useful discoveries, and it will also need to be deeply involved with industry to recognize their potential uses. The Council has already established its reputation in basic research. It must now make itself as much a part of the industrial community as it is of the scientific community. ■

A Generalization of the Various Stages of Research and Development of a Technological Product



A technological product is the end result of many stages of development, here simplified to four. Each phase differs in the effort and the cost required.

Applied research begins when a piece of basic research shows practical potential. Both the basic and applied research phases are relatively low cost, but success is far from certain.

By the short development phase, the problem of technical feasibility is replaced by the challenges of materials and of production and control. This period provides the first credible estimate of the economics of a process. Cost becomes a bigger factor.

If the economic outlook for both the process and the product is promising, the next and most expensive phase of development begins — commercial demonstration and exploitation. Here, the real economic, political and social problems of introducing new technology come into play.

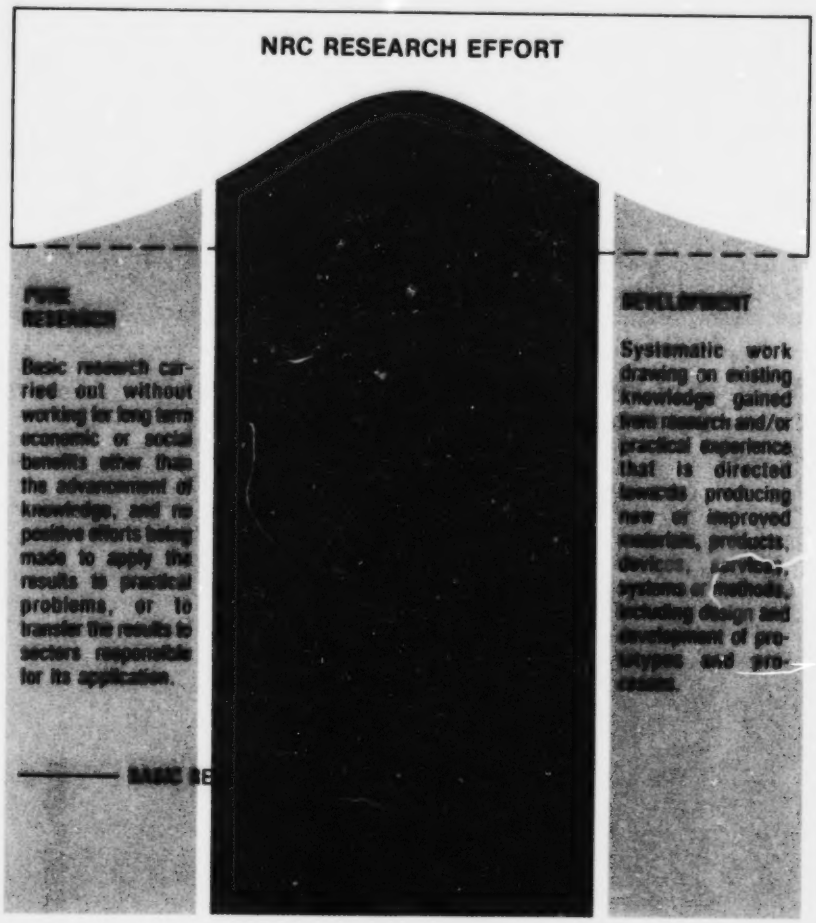
In fact, each commercial technology may really involve at least 10 demonstrations, 100 or so engineering developments and maybe 1 000 or more R&D projects. The estimated technology development cycle of over 40 years is based on examples such as the construction of a CANDU reactor decades after early basic research in nuclear fission.

The large number of R&D projects represents the technological base of expertise upon which each commercial success depends.

(Graphic concept adapted in part from a paper by G.R. Hill, 1978).

THE SPECTRUM OF RESEARCH AND THE WORK OF NRC

Much of NRC's laboratory work will be devoted to generic research, that is, original investigations which develop basic knowledge into broadly-based fundamental technologies useful for a variety of applications. This type of effort combines applied research with strategic basic research.



"The rate of growth of our income per capita — a measure of our wealth as a nation — ultimately depends on the rate of productivity growth of labour and capital. The rate of productivity growth depends, to a considerable extent, on the rate of technical advance or progress."

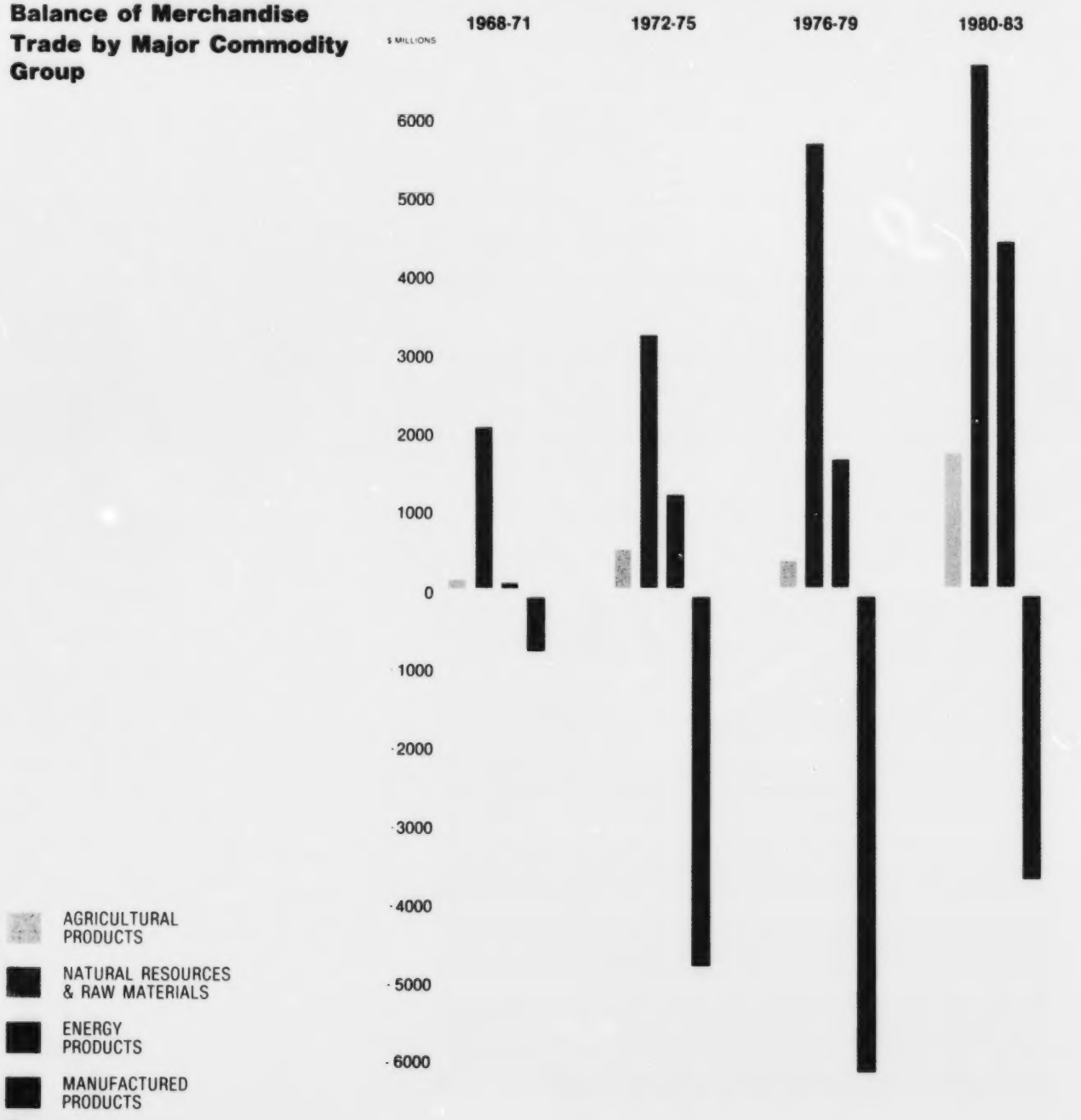
Royal Commission on the Economic Union and Development Prospects for Canada (The Macdonald Commission)

A recent discussion paper entitled *Canadian Trade in High-Technology: An Analysis of Issues and Prospects*, prepared for the Ministry of State for Science and Technology, contains the following observations:

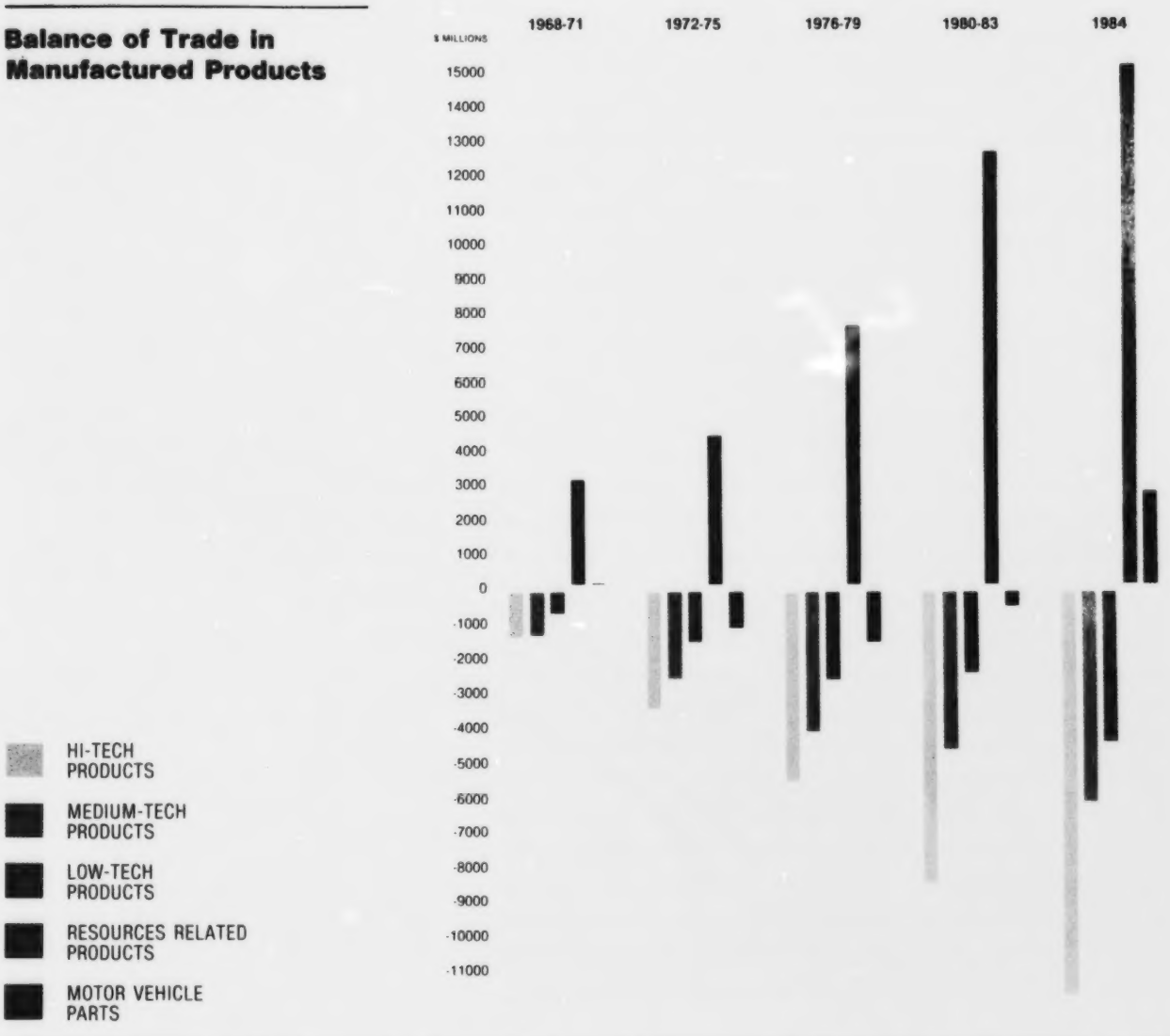
- Canada's trade deficit in high-technology is the worst among the Economic Summit countries. It stood at about $12 billion in 1983 and continues to grow.
- Canada is the only major industrialized country with trade deficits in all high-technology commodity groups.
- Canada ranks 9th in terms of market shares of OECD exports of high-technology products. Moreover, Canada is losing its market share over time, from 4.4% in 1970 to 3.6% in 1983.
- Canada ranks 9th in terms of its national expenditures on R&D as a percentage of GNP.

A recent OECD study confirms that the higher a country's R&D expenditures relative to total value added, the higher is its high-technology share in manufactured exports.

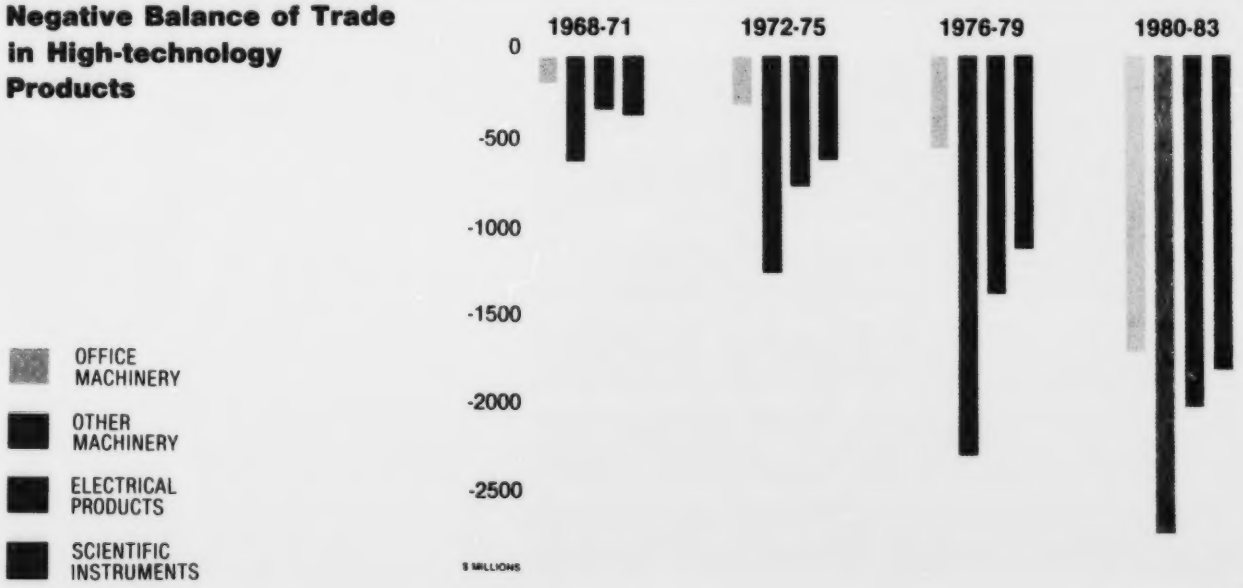
Balance of Merchandise Trade by Major Commodity Group



Balance of Trade in Manufactured Products



Negative Balance of Trade in High-technology Products



BUILDING ON STRENGTH

The National Research Council is the government's chief instrument for carrying out research and development in the natural sciences and engineering. Among federal departments and agencies, only NRC, the Medical Research Council, and the Natural Sciences and Engineering Research Council spend more than 90% of their budgets on R&D: of these, only NRC is a performer of R&D, the other two being funding agencies. The Department of Communications has the next biggest proportional expenditures on R&D, but these account for less than 40% of its budget. Of all the government departments performing R&D, only NRC has a general mandate to concentrate exclusively on research and to carry it out in whatever area it deems to be of greatest benefit. The Council accounts for approximately 20% of the federal government's expenditures on R&D.

What NRC Does

An examination of the way NRC spends its resources shows that it has evolved a set of specific activities determined by the interests and abilities of its Divisions, by interactions with industry and universities, and by cooperation with other government departments. The work of NRC consists of research into

- biological systems and processes
- the performance of machines and mechanical structures
- control systems and automated processes
- the properties, uses, and processing of materials
- standards and methods of measurement
- basic phenomena
- the design, construction, and performance of buildings and engineered works

Within each of these areas the range of the work spans basic or strategic long-term research, experimental development, the maintenance of national facilities, cooperative projects with clients and partners, and the provision of advice and information. In addition, NRC provides

- technology diffusion and industrial support programs
- information and data networks

The Road Ahead

NRC is restructuring its programs to make the best possible use of its abilities in today's new and difficult circumstances. At a time when additional budgetary resources will be limited, NRC will be unable to launch major initiatives where it has no existing expertise. For the most part, the challenges of the next five years will have to be met with present abilities. Fortunately, but not accidentally, these are well suited to the present and foreseeable needs of the nation.

As a recent example, NRC's long history of excellence in life sciences and biological systems resulted in its being assigned a leading role in the national program of R&D in biotechnology, perhaps Canada's first organized effort to seize opportunities presented by an emerging technology.

The biotechnology program developed by NRC involves participants from all sectors of the economy in a comprehensive approach. The Council will incorporate many of the features of this model in other initiatives as it moves to play a coordinating role in areas of obvious general importance such as advanced materials, manufacturing technologies, and microstructural science and engineering.

Each program will differ in its detailed application. At the moment, the biotechnology program is designed to help create in Canada a primary industry to supply biotechnological expertise. It is not yet aimed at the industries that will eventually buy biotechnology as a product. In programs developed for other technologies, the degree of involvement with prospective users and with potential suppliers will vary as circumstances demand.

Catching Up

Canada's economic problems will not be solved just by big government programs in emerging technologies, though such programs will build up important reservoirs of knowledge. Economic recovery depends on thousands of individual companies getting out into the marketplace and doing a little or a lot better than their competitors. They have to be

given help where they need it, whether in marketing, in production, or in R&D. The important feature of NRC expertise is that it consists of broadly-based fundamental technologies that have applications in many different industries.

The Council is in a position to help many companies in important industrial sectors where imported goods hold an inordinate share of the Canadian market. That share is close to 80% in scientific and professional instruments, well over 70% in machinery and in transportation equipment, and nearly 40% in electrical products. The annual trade deficit is averaging more than $8 billion in those four categories alone. Canada should be able to supply a greater proportion of its own needs, and then use this base to open up foreign markets.

In other industries such as pulp and paper or chemicals and plastics there has been a history of sustained growth. The Council could help these industries to maintain and to improve their position of strength.

The challenge for Canada is great, but there are encouraging signs. In most of the sectors mentioned exports have been increasing more rapidly than imports. Canadian industry has the skill and the will to compete, and NRC has the ability to help it do so. ■

THE NRC MANDATE

The **National Research Council Act** (1966-67) establishes a broad mandate for NRC. The relevant part reads:

"Without thereby limiting the general powers of the Council conferred upon or vested in it by this Act, the Council may exercise the following powers, namely:

(a) subject to the approval of the Governor in Council, to make by-laws for the conduct of its business;

(b) to control and direct the work of the Council through the President;

(c) to undertake, assist or promote scientific and industrial research, including, without restricting the generality of the foregoing,

(i) the utilization of the natural resources of Canada,

(ii) researches with the object of improving the technical processes and methods used in the industries of Canada, and of discovering processes and methods that may promote the expansion of existing or the development of new industries,

(iii) researches with the view of utilizing the waste products of said industries,

(iv) the investigation and determination of standards and methods of measurements, including length, volume, weight, mass, capacity, time, heat, light, electricity, magnetism and other forms of energy, and the determination of physical constants and the fundamental properties of matter,

(v) the standardization and certification of the scientific and technical apparatus and instruments for the Government service and for use in the industries of Canada, and the determination of the standards of quality of the materials used in the construction of public works and of the supplies used in the various branches of the Government service,

(vi) the investigation and standardization, at the request of any of the industries of Canada, of the materials which are or may be used in, or of the products of, the industries making such a request, and

(vii) researches, the object of which is to improve conditions in agriculture;

(d) to have charge of and direction of supervision over the researches which may be undertaken, under conditions to be determined in each case, by or for single industrial firms or by such organizations or persons as may desire to avail themselves of the facilities offered for this purpose;

(e) to expend, for the purposes of this Act, any money appropriated by Parliament for the work of the Council or received by the Council through the conduct of its operations;

(f) to acquire any money, securities, or other property by gift, bequest, or otherwise, and to expend, administer or dispose of any such money, securities or other property subject to the terms, if any, upon which such money, securities or other properties is given, bequeathed or otherwise made available to Council;

(g) to appoint such scientific, technical and other officers as are nominated by the President, to fix the tenure of such appointments, to prescribe the several duties of such officers, and, subject to the approval of the Governor in Council, to fix their remuneration;

(h) to authorize the President or any other officer of the Council to appoint persons to perform duties of a temporary nature for a period not exceeding six months;

(i) to establish, operate and maintain a national science library;

(j) subject to the approval of the Minister, to publish and sell or otherwise distribute such scientific and technical information as the Council deems necessary;

(k) to carry on work and manufacturing of an experimental and developmental nature with respect to the matters referred to in paragraphs (c) and (d) so as to render the processes, methods or products to which the said matters relate more available and effective in useful arts and manufacturing and for scientific purposes and otherwise;

(l) to license, sell or otherwise grant or make available to others, Canadian or other patent rights or any other rights, vested in or owned or controlled by the Council, to or in respect of any discovery, invention or improvement in any art, process, apparatus, machine, manufacture or composition of matter, and to receive royalties, fees and payments therefor; and

(m) to operate and administer any astronomical observatories established or maintained by the Government of Canada."

A portion of this mandate is reinforced by the **Weights and Measures Act** which makes NRC responsible for the maintenance of national physical standards.

THE NRC BIOTECHNOLOGY PROGRAM

The NRC biotechnology program integrates creative frontier research with technology innovations in response to industrial pull. The objective is to establish, in partnership with Canadian industries and universities, a strong national R&D program in biotechnology with extensive private-sector involvement. The program is designed to sustain industrial activity, make commercialization easier, and keep Canadian biotechnology products competitive.

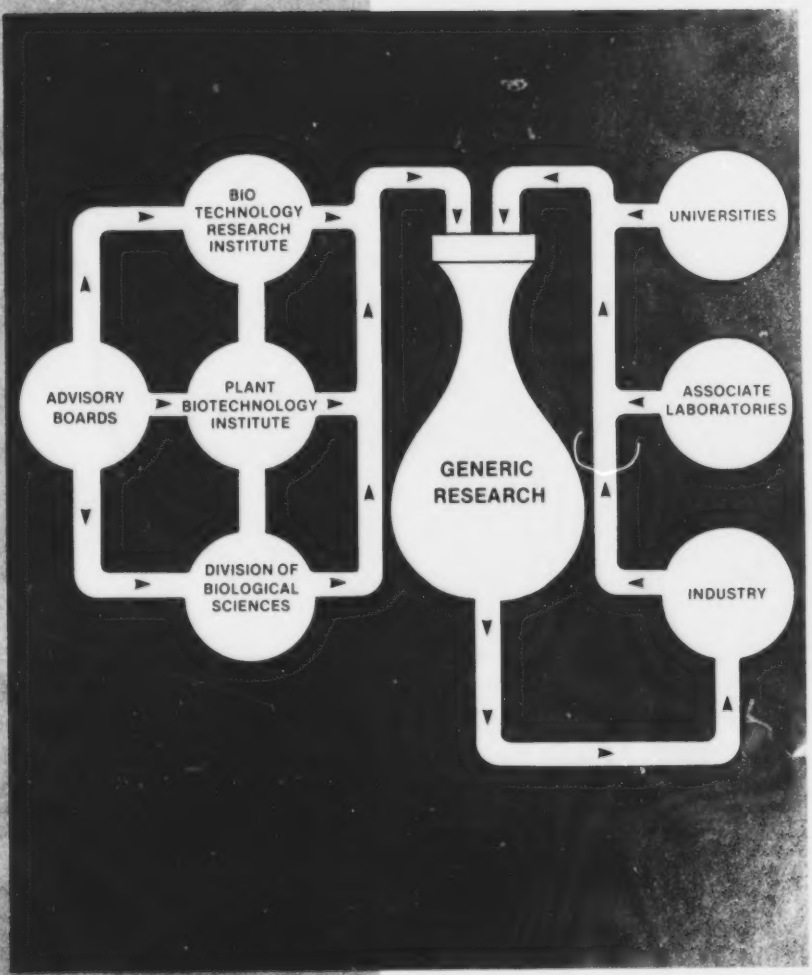
The program pulls together the complementary research activities at three NRC centres: the Division of Biological Sciences in Ottawa, the Plant Biotechnology Institute in Saskatoon, and the Biotechnology Research Institute being established in Montreal. Altogether these facilities house almost 600 scientists, engineers, and technical staff, many of them guest-workers from industry and other organizations.

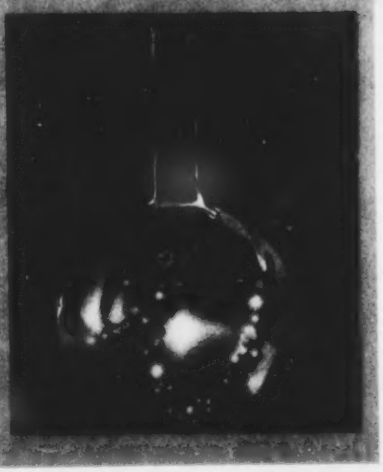
The research is generic in character and is coordinated with the NRC technology transfer programs. It emphasizes the phase between basic research at universities and commercial exploitation by industry.

Each of the three major research centres is national in scope and relevance, but individual programs reflect regional needs. The availability of these facilities is essential to a coordinated national program of biotechnology research and development.

Collaborative agreements are being set up that bring together the three NRC centres with industry, the universities, and other government research agencies in concerted efforts in particular areas of biotechnology. These networks are designed to handle R&D projects that are too difficult or costly to be carried on by a single industry or university. The integrated activities break from traditional R&D groupings and should lead to a new dynamism.

The various R&D projects are subject to peer and performance review at yearly work planning meetings. An Industry — University — NRC communications network is tied together by annual NRC industrial biotechnology conferences and annual network workshops.



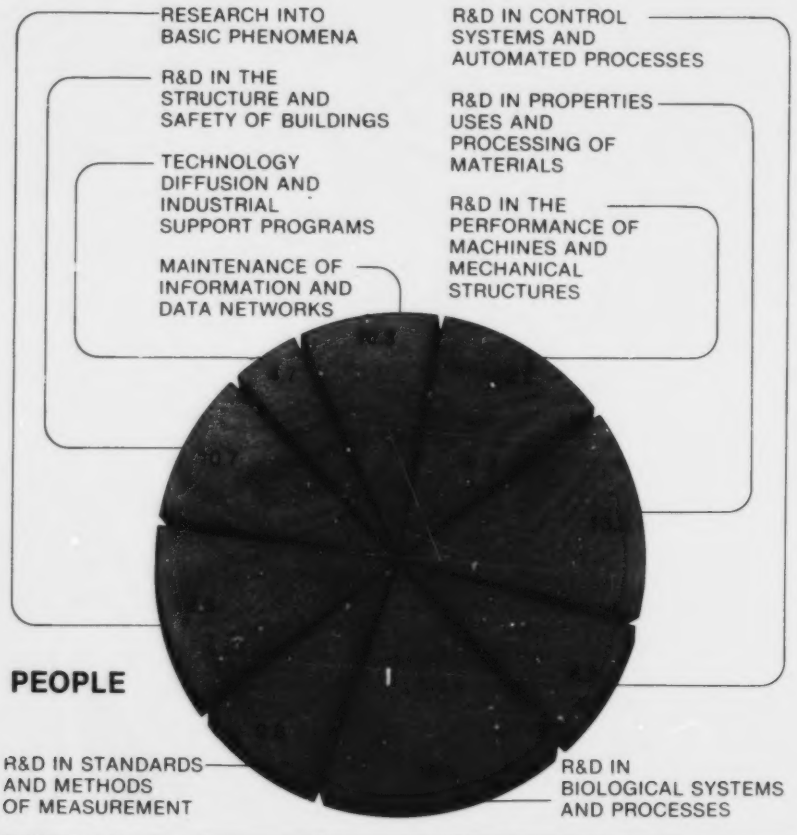


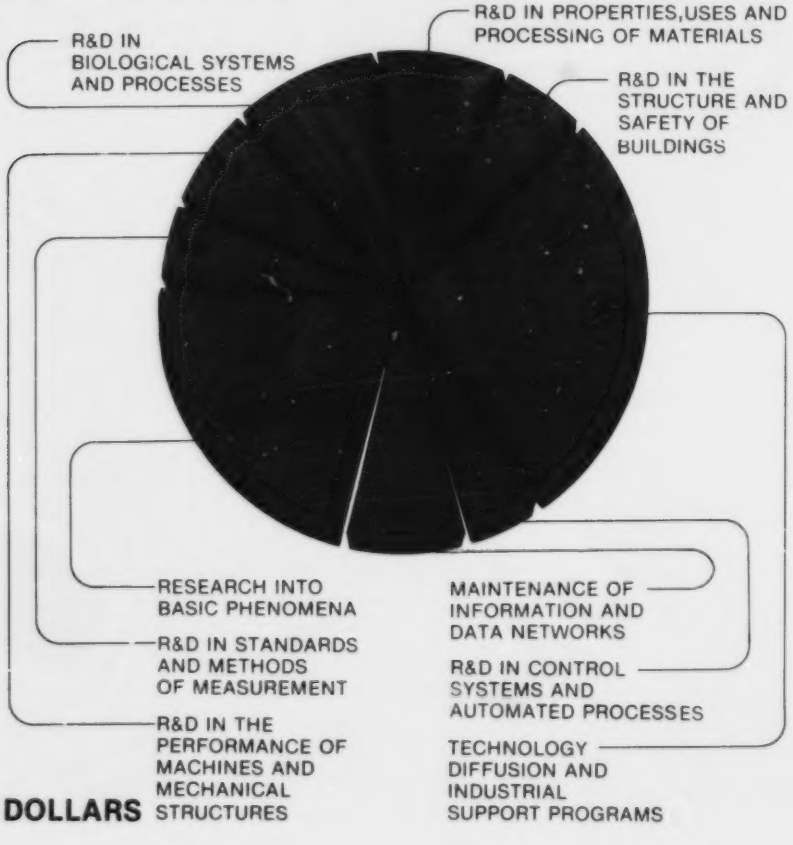
"We need new jobs in Canada. New jobs will flow, not merely from the generation of a so-called high-tech sector, but also from vigorously applying the new emerging technologies from wherever they can be harvested to strengthen our traditional industrial base in the resource sector and in the manufacturing sector."

The Honourable Thomas Siddon, Minister of State for Science and Technology. (1984-1985).

% Distribution of NRC Resources by Activity

Dollars are spread less evenly among activities than staff because the dollar expenditures include contributions to external performers. For example, the Technology Diffusion and Industrial Support Programs give $69 million to private companies for approved research programs, while the category Research into Basic Phenomena includes a $27 million contribution to the TRIUMF facility and $2 million to the Canada-France-Hawaii telescope. Expenditures in other activities are dominated by salaries and operating costs.





"The challenge for Canada is not only to find ways of riding the current wave of technological innovation but, given that the rate of change is accelerating, we must also find ways of remaining on the wave of technological innovation. To do so, our industrial system must be flexible and quickly self-adjusting."

The Canadian Manufacturers' Association, as reported in the *Royal Commission on the Economic Union and Development Prospects for Canada (The Macdonald Commission)*

WHAT NRC DOES

Activity	Sub-activity
R&D in biological systems and processes	• Biotechnology — development of industrial products and processes • Biotechnology — plant strain improvement, plant production and pest control • Characterization and modelling of complex biological systems, including living cells, proteins, and membranes
R&D in the performance of machines and mechanical structures	• Industrial machines • Engines and propulsion systems • Road and rail vehicles, aircraft and ships • Effects of winds and waves on coastal and off-shore structures
R&D in control systems and automated processes	• Industrial automation and advanced manufacturing systems • Robotics and remote manipulator systems • Sensors • Computer modelling and simulation • Aircraft guidance and navigation systems
R&D in properties, uses, and processing of materials	• Metals and alloys: — mechanical and physical properties, degradation and wear — joining, bonding, and coatings — production processes • Non-metals (polymers, fibres, composites, and ceramics): — mechanical and physical properties, degradation and wear — joining, bonding, and coatings — production processes • Semiconductors
R&D in standards and methods of measurement	• Development and maintenance of physical standards for the measurement of electricity, time, temperature, length, mass, light, color, sound and vibration, and radiation • Chemical standards • Trace vapour detection • Image processing and photogrammetry
Research into basic phenomena	• Laser-plasma interactions • Sub-nuclear structure of matter • Rates and mechanisms of chemical reactions • Mathematical models of chemical and physical processes • Spectra and structure of molecules • Space science and astronomy
R&D in the design, construction, and performance of buildings and engineered works	• Structure, design, use and performance of buildings and structures • Durability of building materials • Energy conservation, heating and ventilation • Lighting and air quality • Noise and vibration • Environmental and geotechnical effects • Fire safety • Development of building codes and standards
Technology diffusion and industrial support programs	• Industrial Research Assistance Program • Program for Industry-Laboratory Projects • Publication of building codes and standards • Technical publications
The maintenance of information and data networks	• Library services • Computer-accessible data bases • Publication of research journals

SHAPED TO SUIT

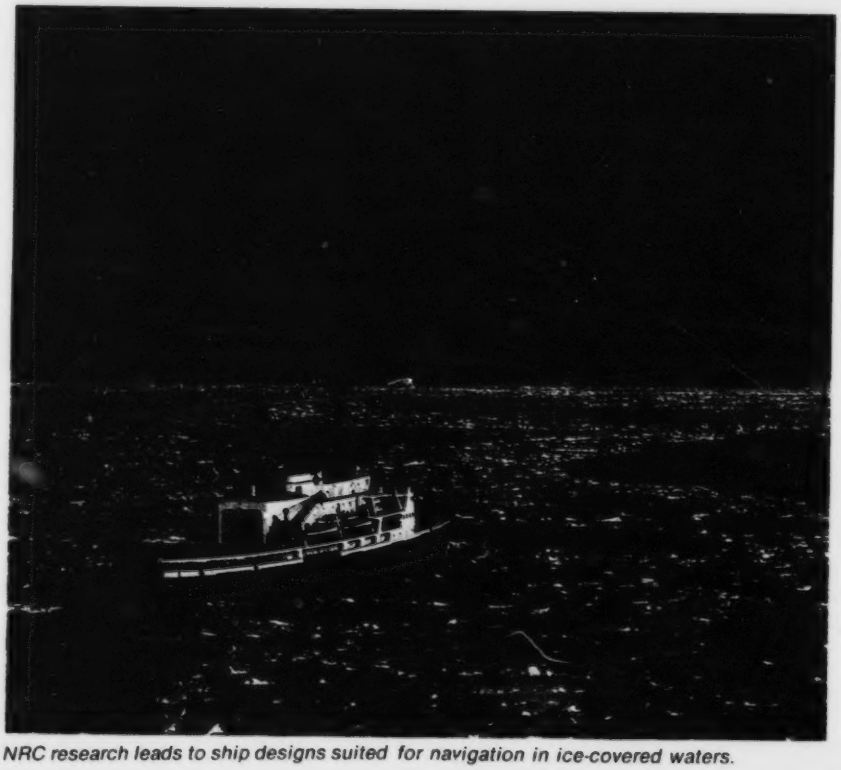
Five major research initiatives will take shape during the first year of the Plan. Each has strong NRC involvement and is an example of cooperation among different sectors of the economy. Yet each uses a different method of linking the performers. The same ingenuity used in designing laboratory experiments can be shown in setting up administrative arrangements and working relationships to suit partners and clients best. There is no set pattern into which the pieces must be force-fit.
The five new ventures are:—

The Institute for Marine Dynamics in St. John's

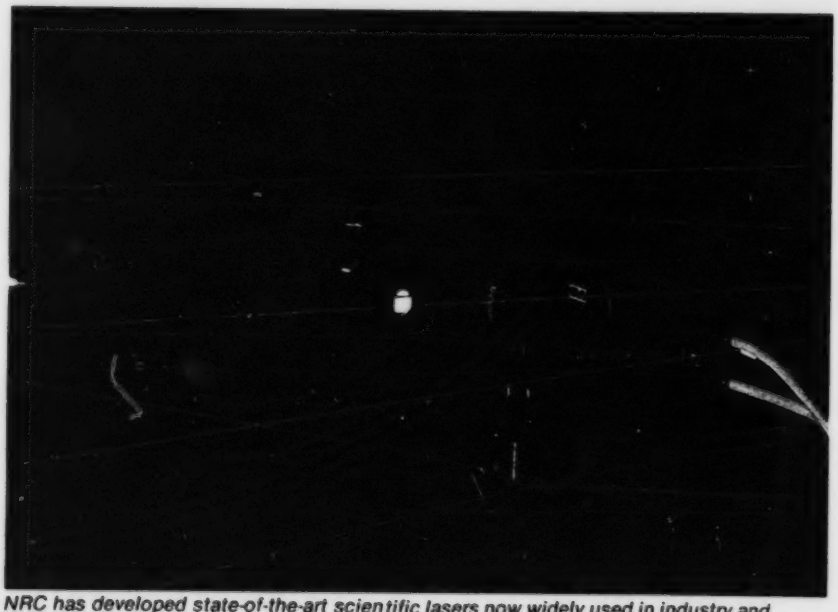
NRC owns this newly constructed $50 million-dollar facility on the campus of Memorial University. Private companies can lease the facilities for periods of time and make use of them for their commercial operations, subject only to NRC safety supervision. They may also buy NRC services. NRC operates its own research programs in the building, and collaborates with university or industrial partners. A contract has been let with the provincial government to provide some elements of the program. The provincial government has in turn sub-contracted with Nordco, a provincial corporation, which as a result supplies about a quarter of the staff.

The Institute for Optics in Quebec City

This Institute is owned jointly by the federal government and the Government of Quebec. A private company will be created specifically to operate the Institute. The company will have its own employees, and a Board of Directors appointed by the shareholders and the two sponsoring governments. NRC is managing the construction, the acquisition of equipment, and the hiring of employees on behalf of the Board. NRC will also develop a complementary research program in its Division of Physics, and locate some personnel in the building. The Institute should eventually become self-supporting on fees earned from its industrial clients.



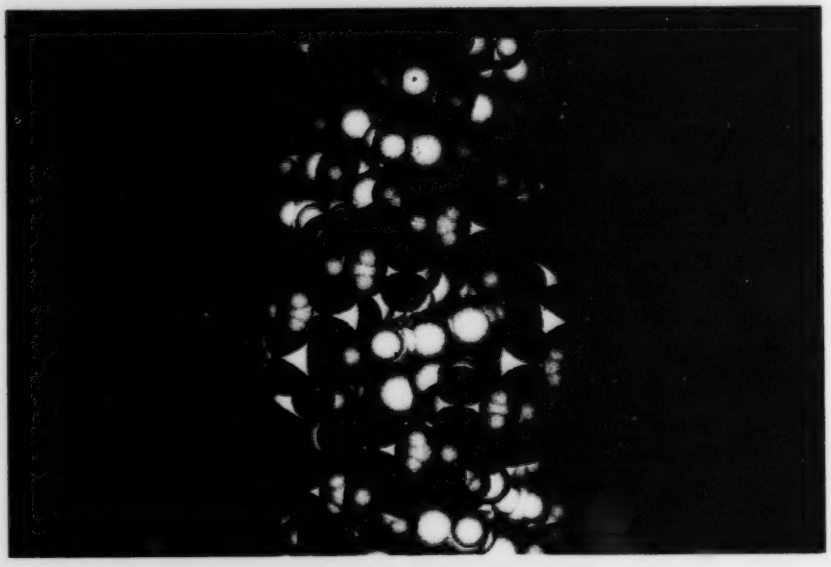
NRC research leads to ship designs suited for navigation in ice-covered waters.



NRC has developed state-of-the-art scientific lasers now widely used in industry and medicine.

The Biotechnology Research Institute in Montreal

This soon-to-be opened $60 million dollar facility is the linch-pin of a national program described elsewhere in this Plan. NRC will own and operate the building, which will house about 220 NRC staff and 80 guest workers from industry, universities, and other organizations. A network of collaborators is being built up among universities, and federal and provincial agencies. Many of these partners have negotiated official agreements that give them the status of Associate Laboratories of NRC.



Electrochemistry

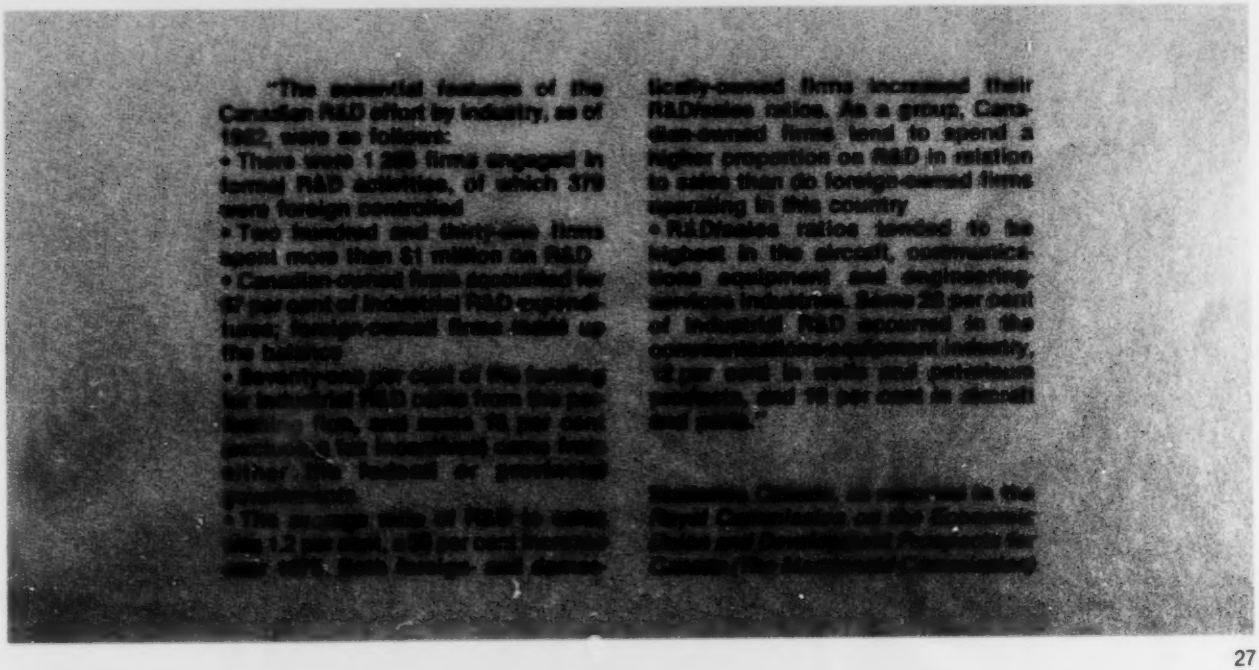
This facility will be set up jointly by the federal and Quebec governments. NRC will have no role in the construction or management of the facility, but will create a team of researchers to work with the operator, Hydro Quebec.

Science Place Canada in Winnipeg

The building and land are owned by NRC. This large well-equipped $30 million-dollar facility will house teams of researchers from NRC, the Manitoba Research Council, the University of Manitoba, and private sector companies. A multi-sector task force has been set up to determine how the building should be managed to establish a business plan and propose funding arrangements for the operational costs.

• • • •

There are many more ways in which NRC participates in national science and technology efforts. It provides almost all of the annual budget of the TRIUMF particle physics facility in Vancouver, but leaves the operation almost exclusively to the four sponsoring universities. At the other extreme, NRC itself owns and operates wind tunnels in Ottawa and charges industrial clients a fee for research and tests performed on their behalf. What is important in the long run is not who owns what, nor who runs what, but that the job gets done in whatever way works best for Canada.



A BASIS FOR ACTION

The National Research Council does many things well. It provides world-class national facilities to both the industrial and the scientific communities. These facilities range from major engineering facilities, such as wind tunnels and towing tanks, to scientific facilities such as radio and optical telescopes for astronomy.

The Council also maintains Canada's national physical standards — of time, mass and length, for example. It provides calibration services connected with these standards and develops new and advanced methods of measuring them.

The library and information services provided by NRC are as comprehensive as any in the world, and their response is exceptional. The Canada Institute for Scientific and Technical Information maintains a network of contacts with other libraries that allows it to satisfy more than 90% of requests within five working days.

The Council has an excellent reputation for taking on and successfully completing large and complicated engineering projects. The Canadarm and the technical investigation of the Ocean Ranger disaster are two recent examples. The Council is likely to be heavily involved should Canada decide to participate in the United States' Space Station project. The definition and design study of the possible Canadian contribution to this project is already being carried out by NRC.

The Council has many clients, not just industrial companies large and small, but universities and other government departments. The Departments of Transport, Agriculture, Health and Welfare, National Defence, Environment, Fisheries and Oceans, and Energy, Mines and Resources draw heavily upon NRC's expertise in pursuing their mandates or in support of their regulatory functions, or work with NRC in designing complementary programs. The same fundamental expertise that serves industry well is often equally applicable to the needs of government departments in addressing national concerns. The Council is in the process of working out official agreements with many of these departments that will formalize the arrangements and make clear the responsibilities of each participant.

The Council has always had a central role in the national scientific infrastructure. The needs and concerns of the regions of Canada have been important to NRC. The Council first established regional laboratories in the 1940's; it now has laboratories in seven of the 10 provinces, and has always maintained close working relationships with provincial organizations.

The Council will continue to meet all of these commitments and serve its variety of clients. Its national role is particularly important now that provincial government involvement and regional interests are being emphasized in many federal science initiatives. The Council's independent status, regional presence, and reputation for unbiased scientific assessment give it a role that can be played by no other government agency.

Getting There

The national need for economic renewal and growth is placing new demands on NRC. The Council must now show the same commitment, ingenuity, and attention to detail in passing on its technical knowledge that it shows in advancing it. The Council's delivery of its technical expertise has not been severely tested in the past. Yet there are indications that NRC can adjust to these new demands. Many users of NRC's services have seen a significant improvement in the Council's interaction with industry over the last few years. The Council will continue to improve its program delivery until it receives the same recognition for that job as it does for the rest.

It is important that every client, every partner, and every member of staff be aware of NRC's determination to play its part in making research and development an instrument of economic recovery and an acknowledged component of economic well-being.

The country must develop technologies that are suited to Canadian needs and it must make sure that the right technological knowledge is made available to those who need to use it. The Council's participation in this national effort will require an active, out-going NRC alert to the needs of industry and the economy. The remainder of this Plan deals largely with the changes NRC will make to improve its contribution to the technological advancement of Canadian industry.■

A RETURN ON INVESTMENT

The Council uses a number of internal evaluation mechanisms to assess its performance. All NRC programs are subject to periodic review to determine what good they do and how much real benefit they provide to clients or the public.

Each program component is evaluated on a four-year cycle. The first such cycle is not yet complete, so some components have still to be examined. The two reports described here are among the first to be received. They cover activities that use some 35% of NRC expenditures.

The value of the activities to the economy is calculated mostly in dollar terms. The potential for job creation can be estimated if it is remembered that money gets spent, and every dollar ends up in someone's pocket somewhere as income. Since the average wage in Canada is about $21,600, every million dollars added to the economy is equivalent to about 46 jobs created.

Dividends

One recent NRC program evaluation study looked closely at the technical contribution of NRC laboratories to industrial innovation and development.

Over 500 firms responded to two questionnaire surveys designed to determine the impacts of one year's formal and informal interactions between the labs and companies operating in Canada. Overall, the study team found that in that year, interactions between the laboratories and industry numbered almost 17 000.

The companies reported that the laboratory support provided a valuable flow of technology and know-how which contributed greatly to the development of new products and services, to productivity gains, and ultimately, to increased revenues and profits. More than 80% of the firms stated that they had acquired technology and that the technology had been or would be applied.

The NRC laboratories found that they too had gained considerably from their dealings with industry. They had improved their knowledge of industrial problems and learned about useful or competitive research outside NRC. In general, laboratory staff were enthusiastic about their interactions and satisfied with the effects on career progression.

But the surveys also showed that there was still room for improvement. While pleased with the end results, some companies criticized NRC's delivery of assistance. They felt that there was more technology available than NRC was able to transfer and that the laboratory response was too slow in some instances. The NRC capability was found lacking in the field of high-tech electronics. And companies not already dealing with NRC were poorly informed about available services or programs. Most wanted more information.

Value for Money

Those companies carrying out formal R&D contracts with NRC (other than through the Industry Development Office) expected to earn more than $800 million in new revenues and to increase exports by approximately $350 million in the following five years. These gains were ascribed to new products and services arising from their contract work although it was difficult to determine exactly how much could be attributed directly to the NRC technology. The companies also expected to create 1 350 new jobs within six years.

The remaining companies in the study received information and assistance from the laboratories through informal contacts. Interviews with just 20 of these firms followed by independent accounting studies revealed that over $65 million in increased revenues or operational savings could be credited to NRC assistance, and some $350 million more was expected in the following five years. Companies generally got "payoff" from NRC advice in three years or less. In addition, the companies reported that over 260 jobs had been created as a result of their informal dealings with NRC.

The study concluded that the gains to industry from all such interactions far exceeded the nearly $68 million (including salaries and almost $7 million worth of contracts) it cost the laboratories to provide their support.

Worth Having

Another recent six-month study addressed the element "Research on Problems of Economic and Social Importance" which in the year of the study accounted for about 15% of NRC's spending. This area embraces many projects from a number of NRC Divisions in the fields of building and construction, energy, health, and transportation, among others.

An NRC study team, working with an external management consultant, carried out a detailed survey of NRC clients, conducted extensive personal interviews with key clients and NRC research managers, and focussed on more than 30 specific projects as case studies.

The results showed that clients gave high marks for the execution and quality of the actual work done by NRC. Almost all felt that their involvement with the Council had brought substantial benefits either directly to themselves or to the public.

Benefits

Clients frequently cited benefits associated with new ideas and knowledge. Most found the NRC involvement had increased their technological skills and expertise, helped with solutions to research or production problems, given new directions for their own R&D, or contributed to the development of new products or processes. Such benefits often translated into direct economic gain either as higher profits or reduced costs.

Many benefits were also identified either for society or for whole industries as opposed to individual interests. In addition to economic considerations, such as lower consumer costs, these benefits included such intangible factors as lives saved, accidents prevented or health improvements.

Case studies showed that eight NRC projects alone had already provided economic benefits of about $320 million, with nearly the same amount forecast as total benefits in the future.

Overall, the entire area of NRC research activity devoted to problems of economic and social importance provides benefits to organizations, various industrial sectors or to Canadian society in general of well over $300 million a year.

The Figures

The study team recognized that the dollar estimates of benefits were little more than rough approximations of the true values. In many cases, benefits such as lives saved or accidents prevented could not be given a dollar value. In other cases, measurement was difficult. When figures were provided by clients, some might have been over-stated or inaccurate due to duplication. On the other hand, the estimates were based on responses from only about one-quarter of the surveyed clients. All things considered, the team concluded that the dollar values assigned to benefits were conservative estimates of the figures that might have emerged from a full client response. The study report urged NRC laboratories to be more thorough in working with clients to assess economic and social benefits as part of the projects.

The Bottom Line

The findings of this study were judged representative of most NRC activities in other program areas. In general, clients valued NRC as an unbiased, non-partisan, independent organization whose personnel do superior, world-class work. But it was also clear that there is room for improvement, particularly in NRC's administrative and managerial processes.

Several of the recommendations of the study group have already been addressed by the organizational changes described explicitly and implicitly in this Plan.

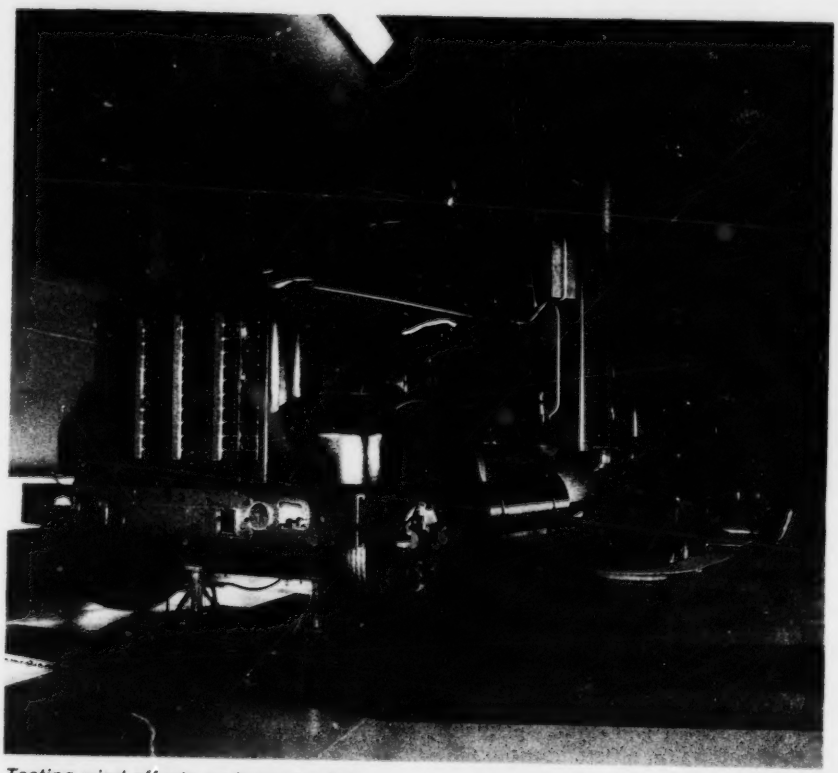
A major remaining concern is the development of effective methods for measuring the economic impacts of NRC activities, particularly in long-term research. The problem is clear, but not unique to NRC.

NATIONAL FACILITIES

NRC operates a number of major scientific and engineering facilities for Canada to support R&D in selected areas of national need and priority. Such facilities are generally expensive to build and maintain; the costs make it impossible for users with intermittent, albeit important, needs to justify having their own.

The Council makes its facilities along with its considerable professional expertise available to industrial clients (particularly manufacturers), governments, universities, and various agencies both here and abroad. The facilities are also used by NRC for its own in-house research.

Most of the engineering facilities are located in or near Ottawa and include:



Testing wind effects on heavy haulers

Wind Tunnels

Equipment:
Seven tunnels of various sizes and operating wind speeds.
Typically used to:
- study designs of new aircraft and components
- carry out wind engineering studies on buildings and bridges
- develop urban core wind profiles
- measure the wind drag of surface vehicles such as trucks and cars

Airborne Facilities

Equipment:
Atmospheric studies aircraft; remote sensing and navigation systems aircraft; flight mechanics airborne simulator
Typically used to:
- simulate the performance of new aircraft design features
- investigate hazardous aircraft operating conditions
- study turbulence and other atmospheric conditions
- test navigation systems

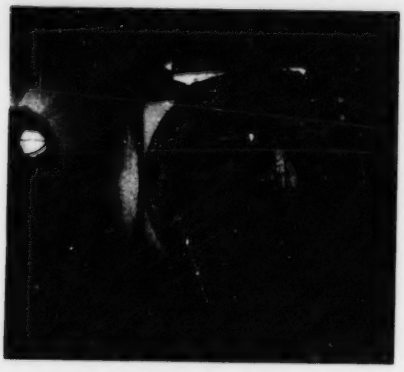
Railway Test Facilities

Equipment:
Vibration test facility, vehicle squeeze frame, impact test ramp, curved track simulator (under development)
Typically used to:
• improve performance of locomotives, rolling stock and equipment
• reduce wear, damage to cargo and incidence of derailments.

Marine Testing Facilities

Equipment:
Ottawa: towing tank, manoeuvring basin, cavitation tunnel
St. John's (1986): ice towing tank, open water towing tank, computer-controlled model-making equipment, machine shops
Typically used to:
• help design, develop and construct vessels and fixed structures for operation on or below ice-covered waters
• conduct model tests on vessels and fixed structures
• do research in the fields of marine propulsion, manoeuvring, seakeeping, hydrodynamics, ocean environment and Arctic modelling techniques.

Gas Dynamics Test Facilities



An altitude chamber used to test aircraft engines under various conditions.

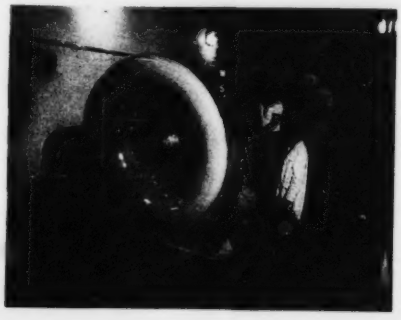
Equipment:
Air compressor and exhauster plant, combustion facilities, propulsion tunnel, altitude test chamber
Typically used to:
• study dynamics of high temperature gases flowing through machinery
• develop and test gas turbine engine components
• develop and test aeronautical, marine and railway equipment and power plants.

Hydraulics Facilities

Equipment:
Deep water wave basin, coastal wave flume
Typically used to:
• test models of ocean engineering structures in simulated coastal and ocean conditions
• study shoreline erosion and sedimentation
• determine the effect of waves and current on breakwaters and other harbor facilities.

Engine Test Facilities

Equipment:
Calibrated gas turbine test cell, engine icing test cell, anechoic test cell
Typically used to:
• monitor and improve performance of gas turbine aircraft engines
• measure thrust, fuel consumption, effect of icing clouds on in-flight performance, operating noise levels
• simulate flight conditions.



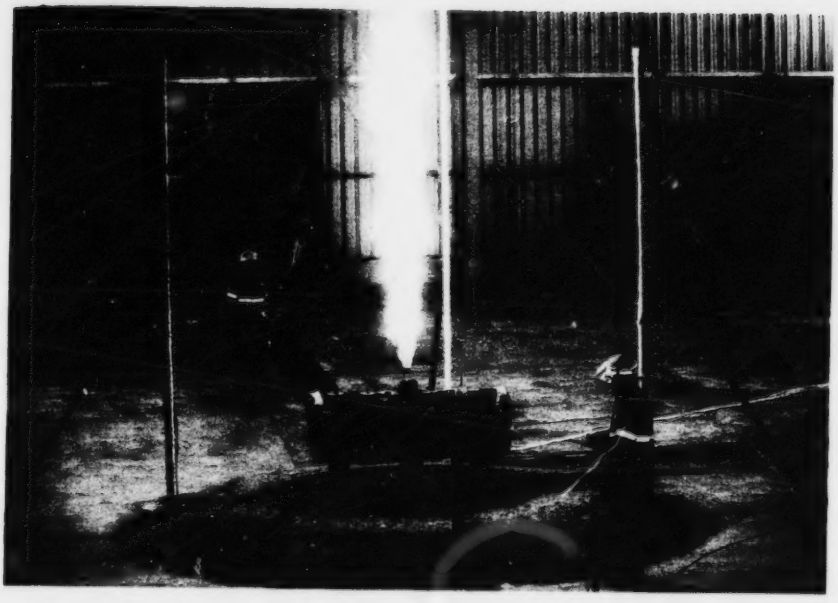
An F-404 jet engine, part of a CF-18 aircraft. Here in NRC's engine lab, researchers are evaluating the engine's performance using a calibrated test cell.

Low Temperature Test Facilities

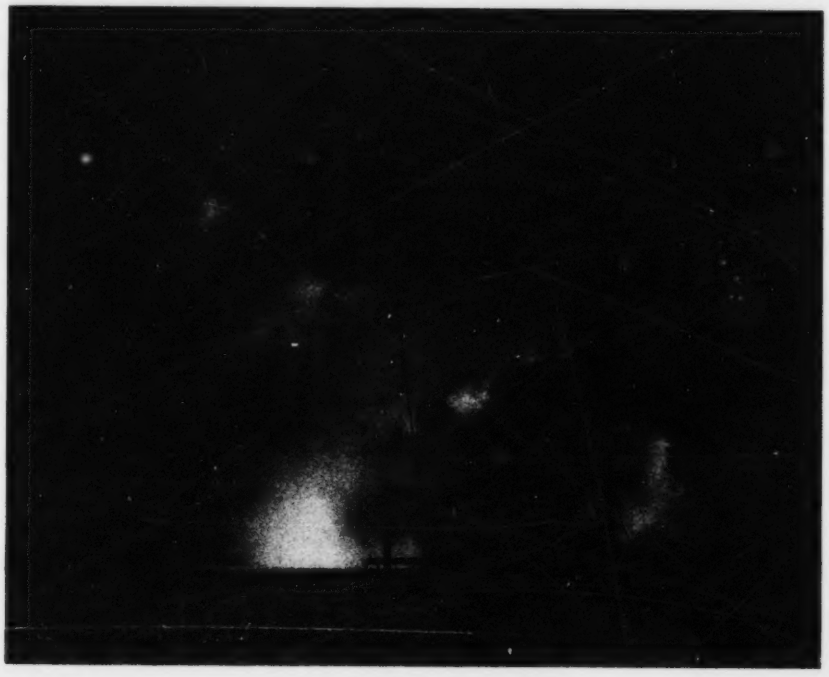
Equipment:
Climatic engineering chamber, helicopter icing facility, icing tunnel
Typically used to:
• test transportation equipment, including aircraft components, under low temperature conditions
• test de-icing systems on full-size helicopters.

Fire Research Field Station

Equipment:
Ten-storey high-rise structure, large hangar-like test structure, workshop support service areas
Typically used to:
• do full-scale studies on the generation and spread of fire and smoke in houses, mobile homes and high-rise buildings
• test the effectiveness of fire retardant materials and extinguishing systems



A propane flame leaps from a scale model railway tank car at NRC's Fire Research Field Station near Ottawa. The test is part of a study on ways to deal with engulfing fires.



At NRC's icing facility, helicopters hover in a thick fog of ice crystals to determine the effects of ice build-up on their blades.

Sunrise on the barren peak of Mauna Kea, Hawaii, site of the Canada-France-Hawaii telescope.

In addition to the Council's engineering facilities, there are several scientific facilities which are either managed directly by NRC or which receive funding from the government through NRC.

Facilities for Space Science

Activity includes:
- coordination and planning of space science activities at the national and international level
- provision of scientific instrumentation and systems for flights aboard the space shuttle and on satellites launched by other countries.

Acoustics Facility

Typically used for:
- research into sound reproduction and human hearing
- testing and calibration of high-fidelity loudspeakers.

Observatories

All facilities include spectrographs, computers and other equipment for astrophysics research. An observatory in Victoria includes three optical telescopes used to study light from stellar sources. Radio telescopes located at NRC facilities in Penticton and Algonquin Park are used to detect and analyze radio waves from space.

Canada-France-Hawaii Telescope (Funded)

This major optical observatory, one of the best in the world, is located in Hawaii and managed by a Corporation of which NRC is a member for Canada. The two other members, France and Hawaii, shared construction costs with Canada and now share operating expenses and observation time on the telescope.

Tri-University Meson Facility (Funded)

TRIUMF is a world-class centre for research in intermediate energy physics and related disciplines. Located on the U.B.C. campus in Vancouver, it is run jointly by Simon Fraser University and the Universities of Victoria, British Columbia, and Alberta. Funds for the operation, maintenance and development of the facility come from NRC.

STANDARD PRACTICE

Behind every measurement there is a standard. Some we use directly each day; physical standards such as time or length ensure that clocks agree from city to city and that metres are the same across Canada. Other standards, while less evident, contribute to a better and safer environment. Prominent examples are the National Building Code and the National Fire Code, the textbooks of Canada's construction industry.

Several research divisions at NRC share the dual responsibilities of maintaining and working to improve a wide range of the nation's standards.

The aspect of maintenance applies mostly to Canada's base of physical measurements such as mass, length, time and temperature. These quantities are derived from precision instruments (primary standards) kept at NRC laboratories, and then made widely available to Canadian users.

As national custodian of such standards, NRC is also well equipped to perform numerous functions related to metrology, the science of measurement. It acts as a metrological "service station" to Canadian government and industry, providing the highest level calibration facility for various measuring instruments.

Measurements made with the primary standards in Canada are compared with those taken in the standards laboratories of several other industrialized nations. Such global participation ensures a uniform, consistent realization of physical standards the world over.

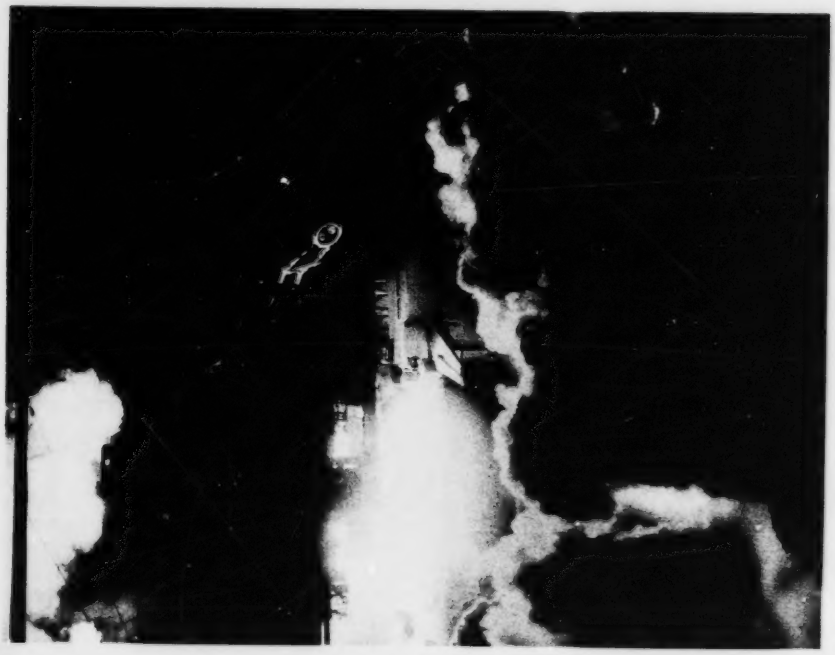
An equally important aspect of any laboratory's work in standards concerns research aimed at bringing about their improvement. This work involves the development of new instruments and techniques to realize accepted standards as well as the investigation of phenomena which could lead to totally new, improved ones. Such research acknowledges the fact that even today's most up-to-date practices or methods of measurement can very quickly become outmoded.

Overall, considerable effort in many laboratories at NRC is devoted to bringing about improvements to electrical standards, engineering standards, building standards and to standards of transportation safety. When amendments in these areas are proposed, they are put through rigorous practical testing and evaluation. Only then are successful results used to modify the working standards guidelines. In all disciplines, NRC's standards-related research is correlated closely with the work of the corresponding Canadian standards committees.

"An Incredible Odyssey"

Just before sunrise, on the morning of October 5, 1984, the space shuttle Challenger lit up the sky at the Kennedy Space Center, Florida. The launch of mission 41-G was a special moment for millions of people across Canada who watched the historic event on television. Within eight minutes of lift-off, Marc Garneau was circling the earth aboard Challenger, becoming the first Canadian to travel into space.

During his eight days in orbit, he carried out a set of Canadian experiments in space technology, space sciences and life sciences. Only eight months before, Garneau and five other members of Canada's astronaut team, selected from over 4,000 applicants, had joined NRC to undergo their training, help design the experiments and make them space-ready. No other country has done the job so quickly.



The astronaut team is now at work with government researchers and industrial contractors to prepare the next Canadian experiments, the NRC Space Vision System and a major life sciences package. The next Canadian astronaut will fly in late 1986.

The space vision technology was developed by the NRC laboratories to give **Canadarm** a sense of "machine sight". When installed aboard the shuttle orbiter, or eventually a space station, it will use a combination of light source, TV cameras and computers to tell astronauts the exact position and orientation of a satellite automatically and almost instantly. This capability will make satellite capture, berthing, repair and assembly much faster, safer and more efficient.

Even before earning its wings in space, this state-of-the-art robotic technology has been licensed by NRC for earthly uses by industry. It is being adapted to automobile assembly lines by Diffracto Ltd. of Windsor and General Motors Canada.

One Long Reach

Since its space debut in 1981, **Canadarm** has flown many shuttle missions. It has been used to deploy and retrieve satellites and has taken part in some of the most complex and dramatic on-site repairs ever attempted in orbit.

The robot arm, Canada's $110 million contribution to the U.S. space program, was designed and built by a Canadian industrial team led by NRC and Spar Aerospace Limited. This investment has provided Canada with a home-grown technology on which to base future development.

On earth, engineers are adapting manipulator technology to such hazardous environments as those found in nuclear reactors and mines. Spar has already sold three more arms to NASA for the shuttle fleet. Variations on **Canadarm** may be installed on the planned U.S. Space Station in the early 1990's. Through their development, major advances would be made in automation and robotics technology.

Over the years, prudent government investment in Canada's export-oriented space industry has helped produce a winner. By specializing and finding its niche in international markets, the industry now sells more than the government spends on its space program. Very few other nations can make this claim.

Making Waves

The quest for oil and gas in deeper water offshore requires coping with a severe and often unpredictable environment. To learn more about conditions in the field, NRC scientists and engineers are subjecting scale models of fixed drilling platforms, semisubmersibles, and artificial drilling islands to the rigors of simulated storms.

Such a rig, a model of the ill-fated Ocean Ranger which sank off the coast of Newfoundland in February 1982, was the subject of a series of tests in a deep-water basin. By simulating wind and wave effects on the structure, researchers were able to give a better picture of the conditions leading to the disaster.

The NRC deep-water wave basin used for such tests is equipped with wave generators and sophisticated computer controls to reproduce the complex and seemingly chaotic action of waves at sea.

To obtain even more accurate simulation, the laboratories are now developing more advanced wind simulation techniques and a new type of wavemaker that will focus waves in different directions. The new wavemaker systems will be used by researchers in Ottawa and in the towing and seakeeping tanks at NRC's Institute for Marine Dynamics in St. John's.

A model of the Ocean Ranger is rocked by stormy sea conditions created in NRC's deep-water basin.

A NEW BALANCE

NRC will undertake more joint projects with external partners to benefit from the intellectual and technical resources of its client community, and to reinforce the relevance of its own research activities.

The Council will also encourage and coordinate the common involvement of industry, universities, federal and provincial research agencies in major programs. Each of these communities has something different to offer. The universities are Canada's largest source of scientific and engineering expertise. Industry is the major user of science and technology. Provincial research organizations address regional needs and specialize in short-term applied research.

To this mix, NRC will contribute the long-term national research outlook and the administrative framework necessary for coordinating multi-sector programs. The NRC laboratories will develop basic research to the point where it is useful to industry and to the provinces. Current and future NRC initiatives in such areas as manufacturing technologies, microstructural sciences, and biotechnology will rely heavily on multi-sector cooperation for their success.

Laboratory Structure

The Council is revising its laboratory structure to cope with the increasing emphasis on technology diffusion. Activities are now being chanelled into a few generic areas that are fundamental to a wide range of applications.

Until recently, most NRC **Divisions** were organized in **sections** of 10 to 20 people, three to seven of them scientists. To arrive at a better balance between its research and technology diffusion activities, the Council will make increased use of organizational units intermediate in size between a Division (typically about two hundred people) and a section. Each of these units will be given the title **Laboratory for** a particular generic subject. Each Laboratory will have a clear mandate for research, development, and applications in the area specified by its title. The head of each Laboratory will be responsible for all aspects of the program under his control, and for the day-to-day dealings with clients.

These Laboratories will be units within existing Divisions. A Division may consist of three or four Laboratories. The head of the Division will coordinate the Laboratory programs, the central administrative services provided to the Laboratories by the Division, the allocation of resources among the Laboratories, the arrangement and negotiation of joint programs and projects with clients, and the development of program directions in accord with NRC policies.

The system will probably evolve towards larger groups of six to eight Laboratories with related programs, and consequently, fewer Divisions. Each group of Laboratories will represent a major NRC program covering all aspects of research from basic research to experimental development and technology transfer. These major programs will have their own advisory **Boards** drawn from the external community of clients and partners. The Boards will suggest new directions and advise on approaches and objectives proposed by NRC.

Most projects within a Laboratory will have clearly identified clients who have expressed interest in the work and a willingness to contribute to it, even

if only through consultation and comment.

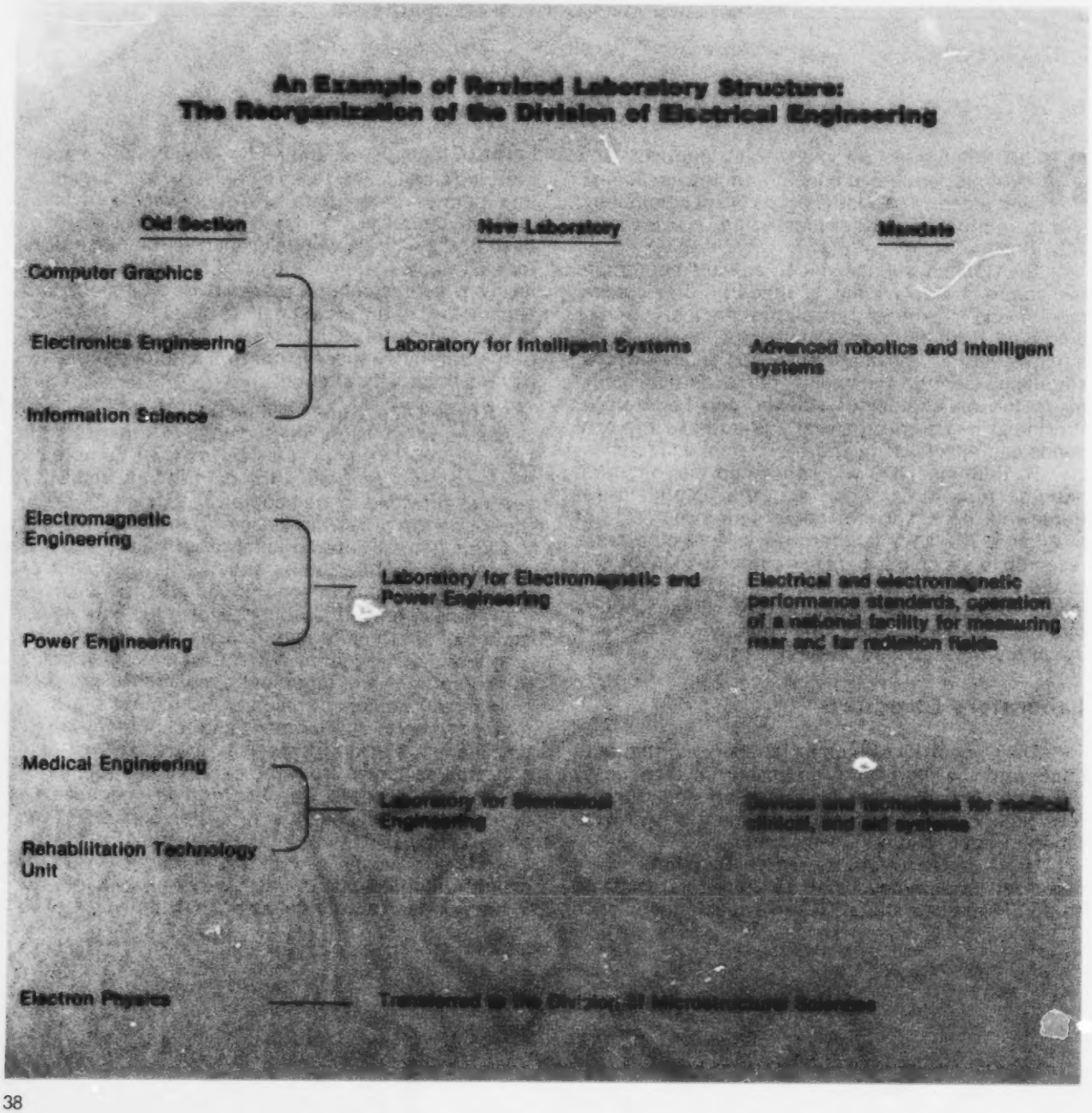
The revised structure should provide a more suitable framework within which to define priorities, develop strategic objectives, and establish goals for organizational units. More clearly defined criteria for measuring performance should result.

Pure Research

Pure research is work driven solely by scientific curiosity without regard to program mandates. Even in a time of scarce resources true excellence must be rewarded and encouraged. Despite today's financial constraints, the Council will continue to devote a portion of its resources to supporting exceptionally able individuals in basic research projects that fall outside the bounds of the regular program mandates.

Revenues

In accordance with government policy, NRC will examine ways of increasing the revenues received from use of its national facilities or through patenting and licensing of inventions and technologies. ■



IDEAS AT WORK

The NRC laboratories are rich in new knowledge, inventions and technical know-how. There are numerous recent examples of their skills in action.

Corrosion

Scientists are using electrons, x-rays and ions to understand in detail the chemical and physical processes that occur on an atomic scale in the surface layers of metals during corrosion. This research is providing new information on the way salt influences the start of pitting corrosion and is paving the way for more effective corrosion prevention in the future.

Gene Synthesis

Genetic engineering has resulted in the reconstruction of the gene for human proinsulin, a chain molecule made up of 279 individual chemical units. This accomplishment in gene synthesis is one step towards the production of pure human insulin by bacterial agents. The company licensed to produce the insulin expects that within a decade annual sales of pure laboratory-made insulin will be in the millions of dollars.

Antioxidation Research

NRC scientists have successfully identified and elucidated chemical mechanisms in deterioration of inorganic and organic materials through oxidation. Based on this understanding, methods and materials have been developed for retarding oxidative degradation of food stuffs, edible oils and plastics, leading to considerable commercial and economic benefits.

Technical Aids to the Handicapped

Numerous aids for the handicapped have been developed by NRC and transferred to firms for marketing. Examples include an electronic scanner to help blind people determine the denomination of paper money, and a novel design of wheelchair for the severely disabled.

Pothole Filling Compound

A new mixture has been developed that is easier to work with, more durable and has a stronger bond.

Microwave Plasma Warmer

The warmer saves critical time in emergencies by warming blood plasma much faster than the conventional water-bath.

Improved Butter-Making Process

Two new processes result in butter that is cheaper to produce and which spreads at refrigerator temperatures. The processes will make butter more competitive with artificial substitutes, and should result in economic benefits to farmers and the dairy industry.

Shelf Life of Dairy and Non-Dairy Products

NRC research has led to the development of dairy and non-dairy foods with a shelf life of over three months without refrigeration.

Bomb Sniffer

During Canada's recent papal and royal visits, the RCMP and local police forces were aided by a highly sensitive bomb sniffer developed by the NRC laboratories. The instrument is essentially a gas chromatograph detector that collects and analyzes the concentration of odours in air samples. It is unique in its ability to identify the faintest traces of chemical vapours — parts per trillion — quickly and reliably.

The instrument reacts to the smell of explosive substances dogs may miss and enables bomb squad personnel to check suitcases for bombs without having to open them. Scintrex Ltd. of Toronto is now marketing NRC's device throughout North America, mainly to security groups and airlines.

The NRC team is continuing its research, concentrating on development of a narcotics detector as well as technology for toxic substances.

Recombinant DNA

Recombinant DNA technology is at the heart of genetic engineering and enables scientists to build genes from off-the-shelf chemicals, then induce organisms such as bacteria and yeasts to translate them into important proteins. It has a wide variety of applications, from the creation of novel varieties of plant and animal life to the manufacture of valuable medical products.

The technology was developed in part at NRC where scientists found a way to make bacteria produce human insulin.

But research is no longer limited to insulin. "Gene machines", important equipment in the NRC genetic engineering labs, can create any gene, which can then be put into a bacteria, yeast, or other organism.

NRC is now moving beyond genetic engineering to "protein engineering" and scientists are working on ways to create new custom-designed enzymes. This young and challenging field also relies heavily on recombinant DNA technology. The move to protein engineering represents a long-term investment for research and development at NRC with possible payoffs to industry in the areas of food, forestry, waste-product processing, pharmaceuticals and chemicals.

Fine Particle Technology

After 20 years of basic research, an NRC laboratory has made it possible to separate and collect very small particles by a process called "spherical agglomeration."

This process separates mixtures by causing one or more components to agglomerate or form into spherical pellets that come away readily from the remaining material.

Industry is drawing on this technology for the recovery and upgrading of waste coal fines (particles too small to be handled) and the recovery of bitumen from the Alberta oil sands. Three Canadian and two U.S. companies are

licensed to exploit the NRC technology commercially.

The first commercial coal fines recovery plant has been built near Sydney, N.S., and has already started producing. A second plant has

Pilot plant projects have shown the value of spherical agglomeration technology.

received approval in principle following a successful mobile pilot plant project at a coal company in Virginia. More pilot projects and commercial-scale plants are expected.

Other industrial applications of spherical agglomeration include the manufacture of spherical catalyst supports, ball bearings, and better tips for ball point pens.

Wind Tunnels

From the earliest days of the flight era, the performance of aircraft has been evaluated in wind tunnels.

As a resource for Canada, NRC operates seven wind tunnels ranging in size from one with a 9 m diameter working section to much smaller facilities which measure only centimetres across. Designs of Bristol's Black Brant Rocket, Canadair's Challenger and de Havilland's Dash-8 to name a few, have all been tested at NRC.

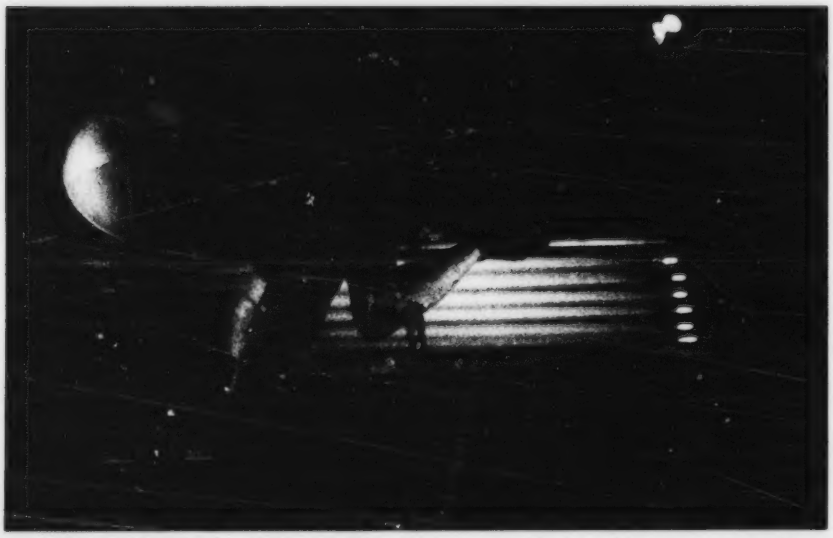
In recent years, NRC's wind tunnels have also been used for more "earthly" studies. Researchers look at the effects of wind on bridges, buildings, cars, trucks, trains, even entire cities. Scale models of the Lions' Gate Bridge in Vancouver, Montreal's Olympic Stadium, the downtown core of Ottawa, and Toronto's 58-storey Commerce Court building, have each been tested for information on wind effects. Even the Canadian ski team regularly climbs into one of the tunnels looking for ways to minimize drag and shave seconds off the downhill run.

Making a Better Chip

Until recently, silicon chip manufacturers could never be sure that their products would work. They had to wait until the final processing before trying them out. About half the chips they made turned out to be defective. But this situation is changing.

The NRC laboratories are working with Northern Telecom, a Canadian-based multinational, to refine a spectroscopic technique which can help determine at an early stage whether a chip is good. The method is "laser Raman spectroscopy" and is used to look at the internal structure of chips. It reveals what kinds of atoms are there and where they sit, characteristics which affect the usefulness of a chip.

Northern Telecom wants to use this technique on its production line to identify bad chips early on, so they can be removed from production to save the expense of further work. The company is also working closely with NRC on the use of this type of spectroscopy for the development of chip specifications.



Downhill ace Steve Podborski shows his championship form in NRC's low speed wind laboratory.

Plant Magic

Scientists at NRC's Plant Biotechnology Institute in Saskatoon get results by "fooling Mother Nature". They can now bypass standard breeding techniques, indeed all of natural selection, using the methods of biotechnology. The promise of these new techniques for industry, agriculture, and medicine is enormous.

One active area of research tries to isolate plant cells that produce use-

Poppy cell cultures are used to produce codeine.

ful compounds, grow them in fermentation tanks, and harvest the products. Recently, the laboratory became the first in the world to demonstrate codeine synthesis in cell culture. Codeine is an alkaloid derived from opium and is normally obtained through a complex growing and harvesting process. But NRC scientists found a short-cut and cultured giant poppy cells which produce codeine directly. The process is now patented in Canada, Japan, and the United Kingdom, with other patents pending around the world.

The laboratory is now applying its expertise to the synthesis of two other alkaloids called vincristine and vinblastine — important drugs in cancer chemotherapy. Currently, these alkaloids are extracted from the leaves of the tropical periwinkle plant, and cost $5,000 and $8,000 per gram, respectively. Because of the high cost and scarcity of the drugs, even an expensive cell-culture production method would compete with current extraction processes. While development is going on, NRC is working with a Canadian biotechnology company,

Allelix Inc., to see whether the new alkaloid process can be put into production on a large scale.

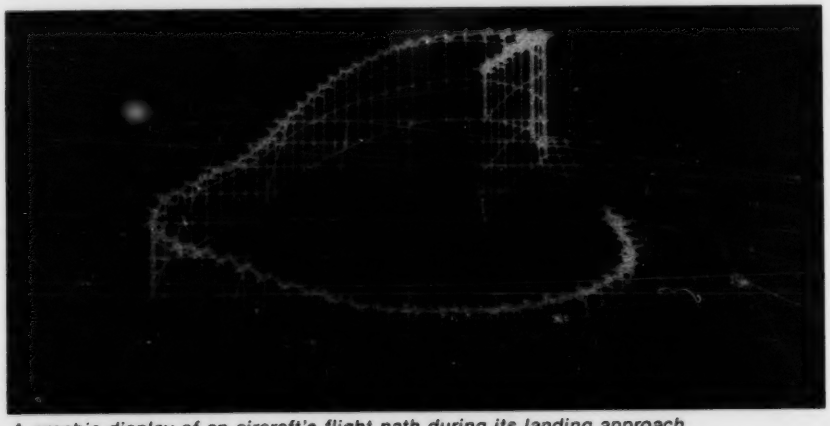
Air Crash Diagnosis

With powerful simulation techniques developed at NRC laboratories, researchers can derive vital information concerning the events leading up to an aircraft accident within hours of recovering the flight recorders. As a result, the Council's Flight Recorder Playback Centre is able to speed information back to accident investigators — information vital to preventing the same kind of accident from happening again.

One technique involves a computer-graphics model of the relevant parts of the flight instrument panel, together with symbolic indications of the pilot's control inputs. These dials, gauges, and meters react as the information from the data recorder, retrieved from the crash, is fed to the instrument panel display. The synchronized playback of the cockpit voice recorder completes the picture of the crash sequence.

But the Centre's ability to analyze the data in the aftermath of a crash goes beyond seating an observer in the cockpit, so to speak. Another technique graphically depicts the motion of the aircraft along the flight path, viewed from any position in space. A symbolic aircraft complete with its own shadow flies across the grid screen, with a reference grid outlining the runway. This method of visual reconstruction proved especially useful in one incident involving the crash of a plane that did not carry any flight recorders. Investigators generated a series of pictures from eye-witness descriptions and tower communications, then modified them until there was reasonable agreement among eye-witness accounts.

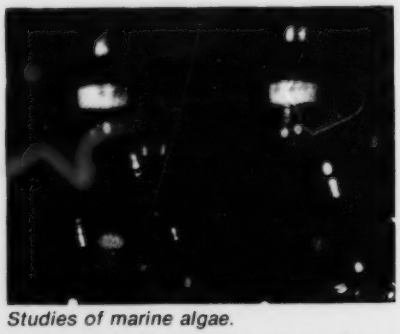
These advanced simulation techniques combined with a proven expertise in data recovery (particularly from tapes damaged by heat or impact) have given the Centre world-wide recognition in its field. Members of the NRC team are often called in by other nations as consultants following air accidents.



A graphic display of an aircraft's flight path during its landing approach.

Ocean Riches

The Council's Atlantic Research Laboratory (ARL) in Halifax has provided support to a research team at Dalhousie University and to a local sea-farming cooperative in a project to develop the production of the European oyster, recently introduced to Canada's Atlantic shores.



Studies of marine algae.

This oyster, stronger tasting than the domestic species, is a delicacy prized by seafood fanciers across North America and Europe. Estimates of the foreseeable market demand for this product from North American restaurants alone, amount to about $5–$10 million a year over and above the existing demand for Atlantic oysters.

The University group has been working for some time on genetic improvements to this oyster strain, making it more adaptable to open coastal waters off Nova Scotia where domestic oysters don't grow. The NRC Laboratory has contributed its detailed knowledge in the culture of algae, the oyster's main food supply. Recently, the University, in cooperation with ARL, set up a pilot-scale hatchery at NRC's Sandy Cove research station to look at prospects for growing the oysters on a larger scale. The oysters start life in the hatchery (they still don't breed naturally in Canadian waters) and are then introduced to the sea in beds managed by local growers. During their three year growth period, the oysters are studied to determine what factors affect their development. When mature, the creatures are harvested by growers and sold to the restaurant trade, now mainly in the Halifax and Toronto area.

The scientists' goal is to find the right conditions to farm the European oyster on a large commercial scale. If successful, the application of modern-day research to a traditional resource activity will make a worthwhile contribution to the Atlantic economy.

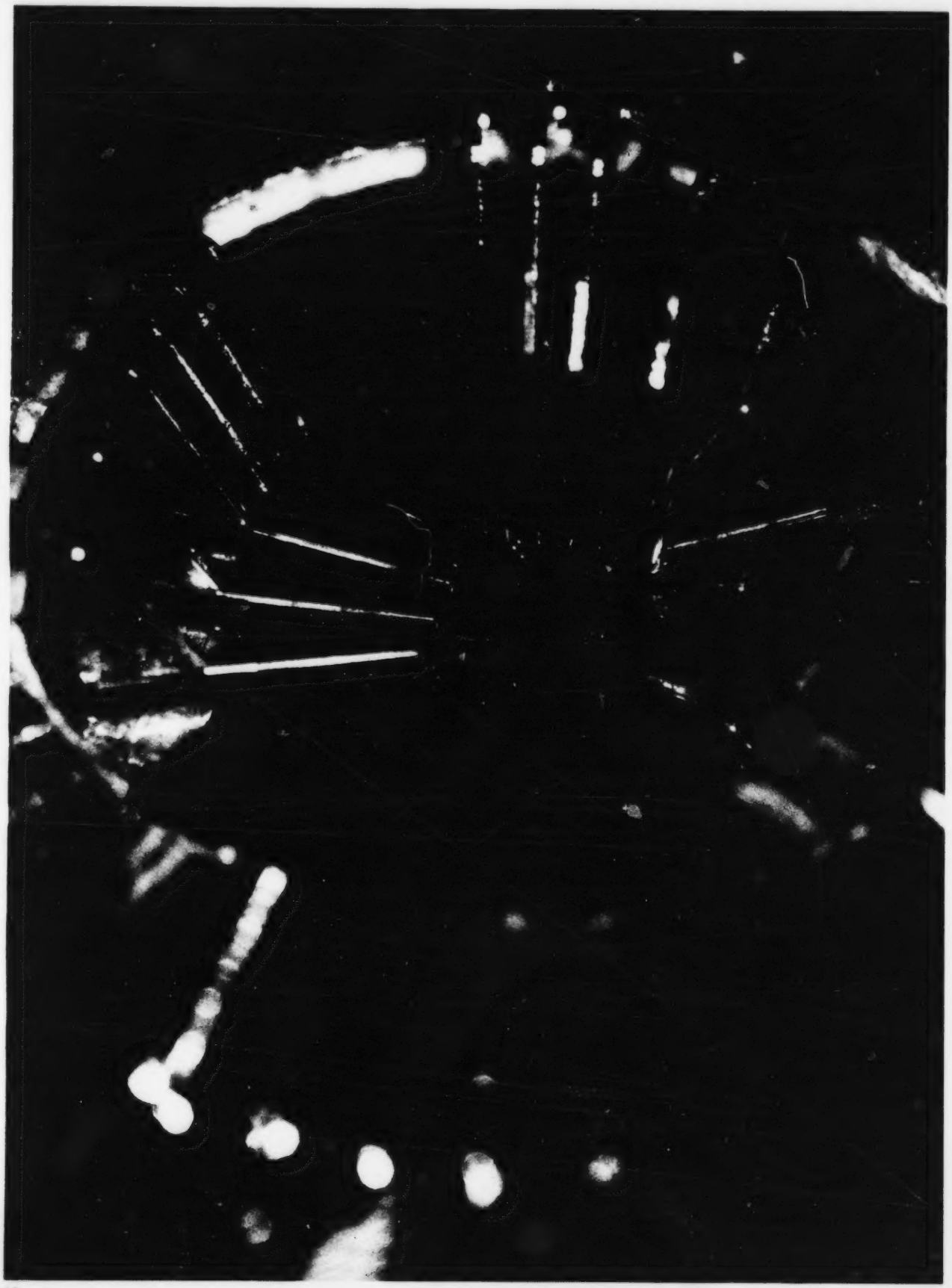
Cuts Like a Knife

Waterjet cutters, tools whose 'blade' is a high-pressure stream of water, are capable of quickly slicing through even metal and rock without much mess, waste, or disturbance to surrounding material.

Though these cutters have been around for more than a decade, recent developments in high-pressure pumps have made them more reliable, and thus more economically feasible. Their industrial applications are numerous.

Waterjet cutters are already widely used for tough cleaning and cutting jobs in heavy industry but they can also handle jobs requiring more finesse. The NRC laboratories have developed a precision instrument capable of accurately cutting fur, aluminum siding, rubber, and other materials. The nozzle of this instrument is made of artificial sapphire, looks like a tiny glass bead, and its opening measures less than a human hair in diameter. The stream of water shooting out of this nozzle can cut most materials as well as a knife can, but without dulling or running into other problems encountered in mechanical cutting.

There is a growing demand for this type of precision instrument in the manufacturing sector, and NRC has licensed a Canadian firm, Indescor Hydrodynamic Inc., to produce it commercially.



A SINGLE APPROACH

The Council has three main agents for disseminating technical knowledge and advice. These agents are the **Industry Development Office (IDO)**, which operates the two industry support programs IRAP (Industrial Research Assistance Program) and PILP (Program for Industry/Laboratory Projects); the **Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI)**, which maintains a scientific and technical library and a national information and data network; and the **NRC laboratories**, which provide expert advice on technical problems and conduct original research, sometimes in collaboration with external partners.

While the agents have successfully carried out their individual mandates, they have tended to act independently; each has developed a separate clientele with a different view of NRC. Even within the laboratory system, each Division has tended to operate semi-autonomously and has had its own group of clients. While this method of operating is well suited to providing tailored service to a client, it makes it difficult for people unfamiliar with NRC to find what they are looking for. There is no single point of entry to NRC and its full range of services. Any entrance should lead to all corridors.

The Technology Coordination Centre

An important element linking the three agents with each other and with NRC's diverse client community will be the new Technology Coordination Centre (TCC). One of its main functions will be to act as a living directory to NRC that will contain knowledge of almost everyone and everything in the Council. It will connect industrial liaison officers in each of the NRC Divisions with the IDO field staff in the 25 regional offices, the IRAP and PILP staff in Ottawa, and the liaison officers that IRAP supports in many Canadian universities. Working relationships between CISTI and the information services of the IDO have already been strengthened. The presence of the TCC linking IDO and CISTI to the laboratories should ensure that any client should be able to approach a single, coordinated NRC.

In its simplest role the TCC will act as a switchboard to transfer information between different parts of NRC. Using the TCC as a point of contact, any staff member will be able to open doors for clients Council-wide. Once a client has been put in touch with the appropriate part of NRC, the direct interaction can proceed independently. The TCC is being set up apart from the IDO because its emphasis is different. The job of the IDO is to provide its clients with the best possible technology regardless of where it originates. The TCC will pay special attention to clients whose needs coincide with the technological expertise of the NRC laboratories.

The TCC will act as broker in setting up new collaborations between NRC laboratories and industrial firms or university groups, and can help arrange the contracting of research done either for or by NRC. The resulting joint projects could involve commitments of personnel or financial resources from the NRC laboratories, IDO, industrial companies, universities, or major NRC programs.

Another TCC function will be to identify at an early stage the possible commercial applications of NRC research activities; to guide the licensing, marketing, and patenting of NRC inventions; and to identify potential industrial partners for the development and use of NRC technologies.

For the most part, the TCC will be stimulating projects, programs, and interactions between the general clientele of NRC and the existing laboratory Divisions. Major new specialized programs and co-operative initiatives such as the biotechnology program, the planned Institute for Optics, or a possible microstructural sciences program will each be set up with an organizational structure designed to meet the specific needs of its clients and partners, be they industry, provincial governments, or universities. Clients outside the networks directly associated with these programs will still be able to obtain services from them through the TCC. ■

CANADA INSTITUTE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION (CISTI)

CISTI makes NRC's national collection of scientific, medical, and technical information available to all Canadians. This growing collection of nearly three million titles is one of the largest in the world. It includes about 30 000 journals, and approximately 1 400 new journal titles are added each year. Since 20 000 books and 13 000 conference proceedings are acquired annually.

Helping industry get the information it needs to develop state-of-the-art technology takes up about 50 per cent of CISTI's time. The rest is split between helping government departments (30 per cent) and assisting university researchers (20 per cent).

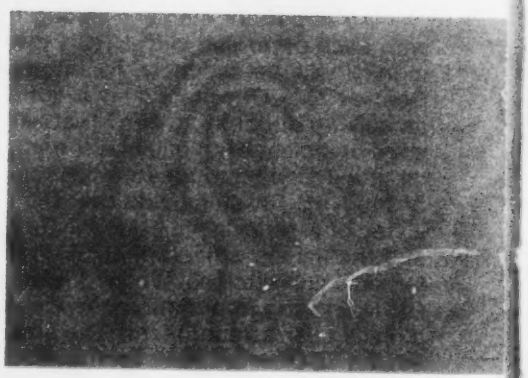
CISTI offers a variety of services to deliver needed documentation quickly and easily. One of these is the Canadian online information retrieval service, CAN/OLE. Subscribers to CAN/OLE can use their own computer terminals anywhere in Canada to search through the world's scientific and technical literature and order published information from nearly 40 databases.

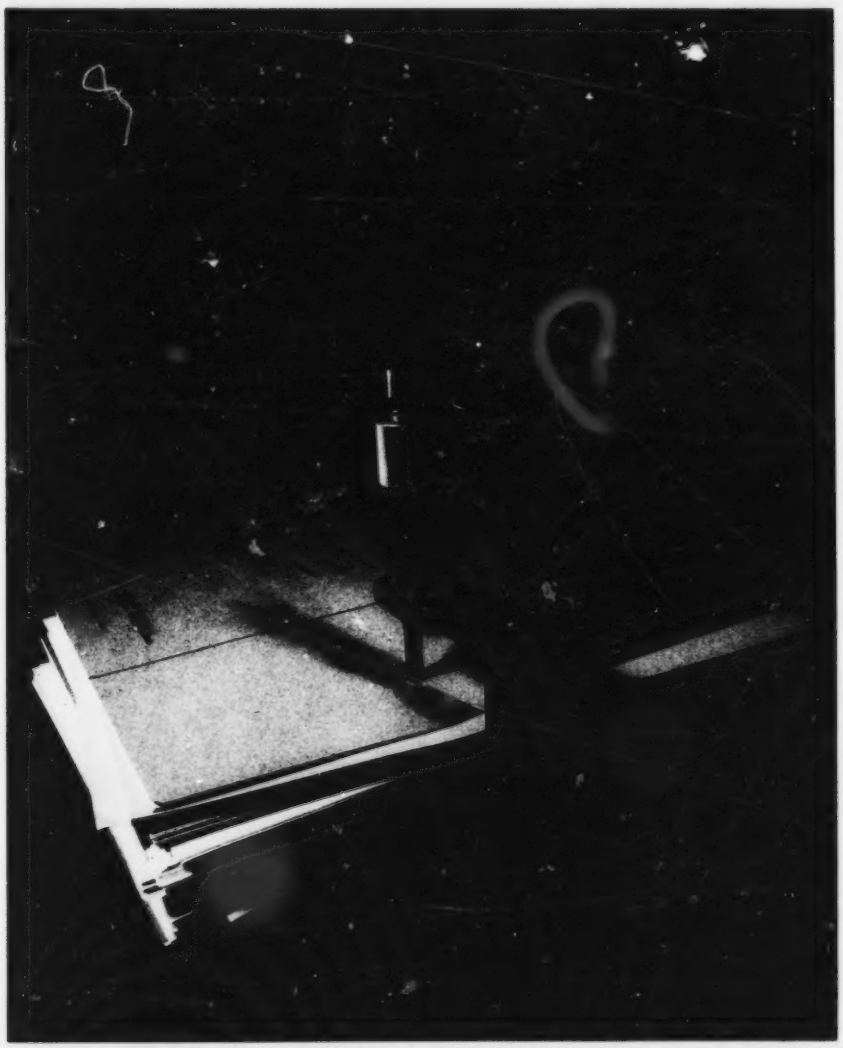
The Canadian Selective Dissemination of Information (CAN/SDI) is another CISTI service which continuously alerts subscribers to newly-published papers covering their specific fields of interest. CISTI also coordinates Canadian access to the MEDLARS database, a system of the U.S. National Library of Medicine.

A real time saver for the scientist or engineer is the CAN/SND, a service which provides rapid access to scientific numeric databases. Here, scientists can search, retrieve and manipulate data relating to elements, compounds, and chemical classes. They can also test hypotheses against a large evaluated sample and plot molecular diagrams. This relatively new tool enables scientists to do complex calculations in minutes or days instead of months or years.

CISTI provides several other accessory and coordinating services which are national in scope. Some of these services are: a computerized inventory of federally funded research carried out at all Canadian universities; assistance in locating translations of foreign language publications; a reference and research staff to answer requests for information, carry out literature searches and compile bibliographies; and a referral centre for seekers of scientific and technical information.

Recently, the Reference Department completed a computerized literature search on the recovery of oil spills for a Canadian research company. The search covered 3.5 million references in one hour — a task that would have taken over a week without fully automated systems. This search saved the company thousands of dollars in search time alone.

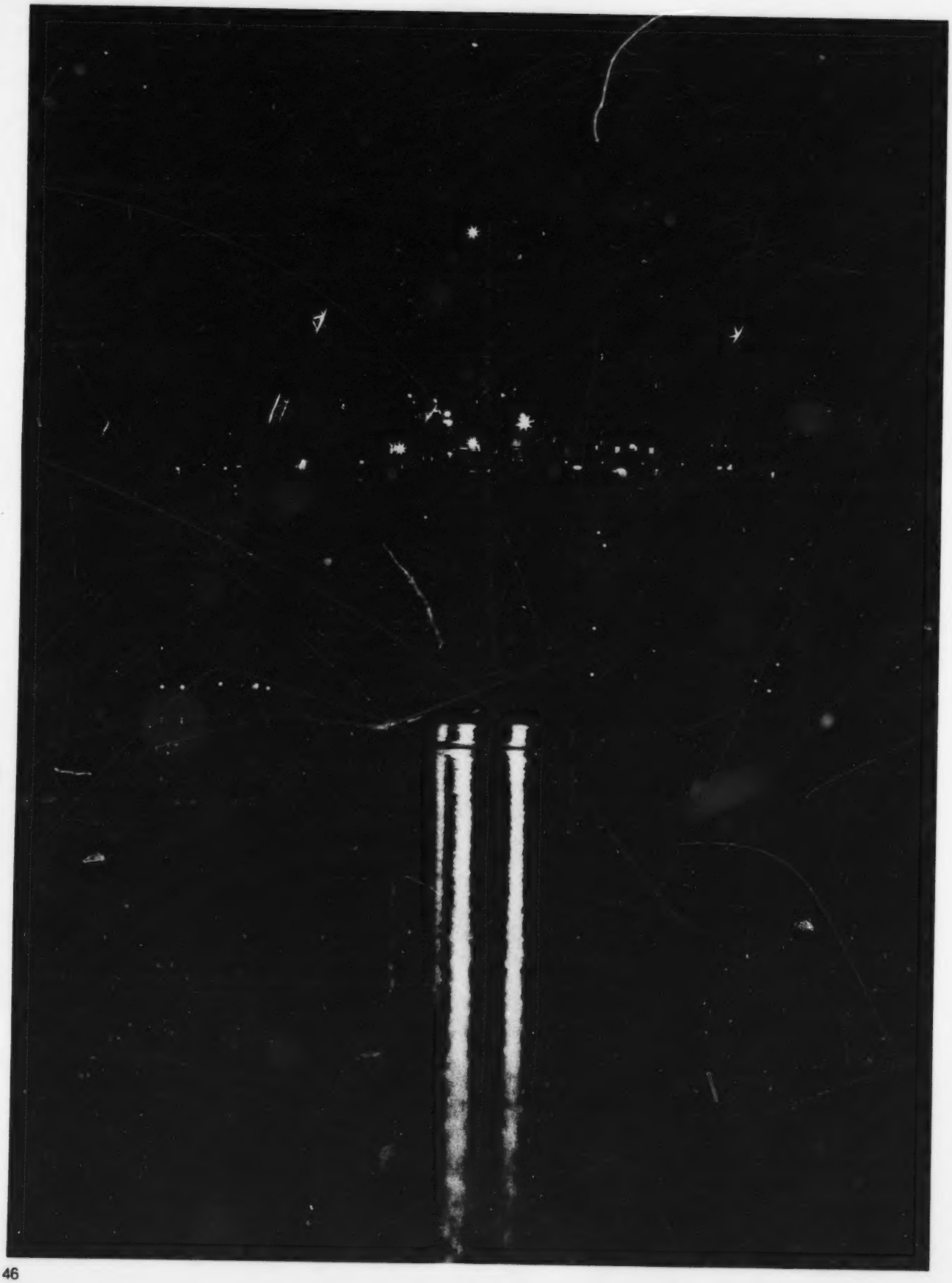




NRC provides the editorial and publishing functions for 13 world-class journals. The high quality refereeing and technical production attract international contributions and subscriptions.

"The development and growth of Canada's economy depend on our human, capital and natural resources, together with the technology that uses those resources. But our economic well-being depends, also, on two other critically important factors: the bringing together of all these elements to form a productive enterprise, which is the essence of entrepreneurship, and the ongoing process of efficiently organizing and managing each of these facets."

Royal Commission on the Economic Union and Development Prospects for Canada (The Mac Donald Commission)



BACKING BUSINESS

The Industry Development Office is being reorganized to provide an even better service to the small and medium-sized companies across Canada that make up most of its clientele.

Up till now the Industrial Research Assistance Program (IRAP) has been divided into a number of separate elements. Each component provided a different type of advisory and financial support to companies wishing to undertake research and development projects beyond their existing capabilities. Proposals for IRAP support were usually initiated by the company. The purpose of IRAP's sister program, the Program for Industry/Laboratory Projects (PILP), has been to transfer technologies developed in federal laboratories and in universities to industry. The proposals often originated with the research group or the PILP program officers rather than the client.

Better Delivery

The best features of both the PILP program and the old IRAP-P element (which supported large projects) are now being combined into a single program for major projects that require the in-depth technical analysis from the project management team at NRC headquarters in Ottawa. Projects will be approved by a committee drawn from several government departments. Individual projects may be conducted by the company alone, or may involve extensive collaboration with government laboratories.

The functions of the remaining IRAP elements will be replaced by a unified but decentralized system. This new program will be handled by IRAP Technology Advisors in the field who deal directly with individual companies and who can assess the nature and scope of a company's needs. The Technology Advisors will have authority to negotiate appropriate levels of support on the spot. Approval of a project will require the agreement of the relevant Technology Advisor, the IRAP Provincial Coordinator and one other Technology Advisor. Commitments of IRAP funds up to $100 000 can be made in this way. Over 60 per cent of all proposals should be processed in less than 40 days. Larger amounts will be handled by the system for major projects described in the previous paragraph. This streamlined IRAP will be further reinforced by closer association with the NRC laboratories.

Making it Work

While these measures will improve the **delivery** of IRAP, more consideration will also be given to the eventual commercial **results** of projects supported by the program. A lack of market research when bringing out new products has been widely identified as a major weakness in the business activities of small Canadian companies. Too often, small companies spend time and money on producing a new item, only to discover that there is a much smaller market than hoped for.

In the past, the NRC industrial support programs have helped minimize **technical** risks for companies undertaking innovative R&D projects. The Council will now expand the mandate of the IRAP program to reduce the **commercial** risks as well. A portion of the program funds will be earmarked for professional market research studies to test the commercial viability of a proposed product and identify strategies for market penetration. These funds will be made available under similar terms and conditions to the R&D support funds, and will be limited to a specific fraction of the total cost of an R&D project.

Getting in Touch

The IRAP program will continue to make contributions up to an annual limit of $750,000 to organizations that provide technical advice to industrial companies. These organizations include provincial research organizations, research institutes, specialized technology centres, universities, and consulting engineering organizations.

The network formed by these organizations and by the IRAP regional offices draws together all the sectors of the economic community that perform and use R&D. The Council is now considering stronger ties with the funding sectors by using its IRAP regional offices as points of contact for venture capital investors.

There are reserves of venture capital in Canada looking for new ideas and for good investments in technology, but unaware of where to find them. There are many would-be business people who need financial backing. And there is an abundance of technical knowledge in government and university laboratories.

However, there is no efficient mechanism for bringing these interests together. The IRAP offices across Canada will have connections through the IRAP network and the new NRC Technology Coordination Centre to laboratories in universities, provincial governments, NRC, and other federal departments. By establishing contacts with the venture capital community, IRAP could be the catalyst for engineers, investors, and entrepreneurs to turn unsuspected opportunities into new business initiatives. ■

INDUSTRY DEVELOPMENT OFFICE (IDO)

The IDO works directly with Canadian companies of all sizes to help industry develop and apply technology for commercial gain.

The Office provides comprehensive technical and financial support as well as up-to-date information on innovations in numerous fields of research.

The major vehicle for delivery of IDO services is **IRAP, the Industrial Research Assistance Program.** IRAP is designed to increase the calibre and scope of industrial R&D through use of the latest available technology. The program puts the scientific and R&D management resources of federal government and other research organizations into the hands of Canadian firms.

Its services are available from Project Managers at NRC headquarters in Ottawa and coast to coast through a network of Technology Advisors located in major Canadian centres. These experienced professionals work either directly for NRC or for various provincial research organizations that collaborate with NRC in the program. The Advisors and Project Managers are able to tap the full range of scientific and engineering expertise available in the NRC laboratories and other research establishments across Canada. In addition they have access to a world bank of scientific and technical knowledge through CISTI.

IRAP provides various forms and levels of industrial assistance aimed mainly at small and medium-sized companies:

• Field Advisory Service

A free, confidential "on-site" service for companies with limited technical resources.

Advisors help firms develop the technological base necessary to make their operations competitive and profitable. Companies are also put in touch with the full range of IDO services and other government programs available to them.

• Technical Information Service

Assistance in solving technical problems with the latest scientific and engineering knowledge.

This confidential service is particularly useful to companies with limited technical facilities and staff or those with urgent information needs.

• Contributions to Firms Employing Undergraduates

Skilled hands put to work on short-term technical problems.

Salaries and relocation expenses are covered for university or technical college students hired by firms to tackle projects under the supervision of IRAP Technology Advisors or other qualified professionals.

• Contributions to Laboratory Investigations

Financial assistance for companies needing outside technical services.

IRAP helps offset the cost of contracting for services or use of equipment with research institutes, laboratories, universities or consulting firms. Companies are provided with the resources to solve short-term technical problems, improve production operations and expand their effective technology base.

• Contributions to Small Projects

Salary support for company technical personnel undertaking specific R&D projects.

Financial assistance is provided for smaller companies that would normally lack the resources for important projects to develop new or improved products and processes.

• Contributions to Major Projects Involving Technology Transfer IRAP (PILP).

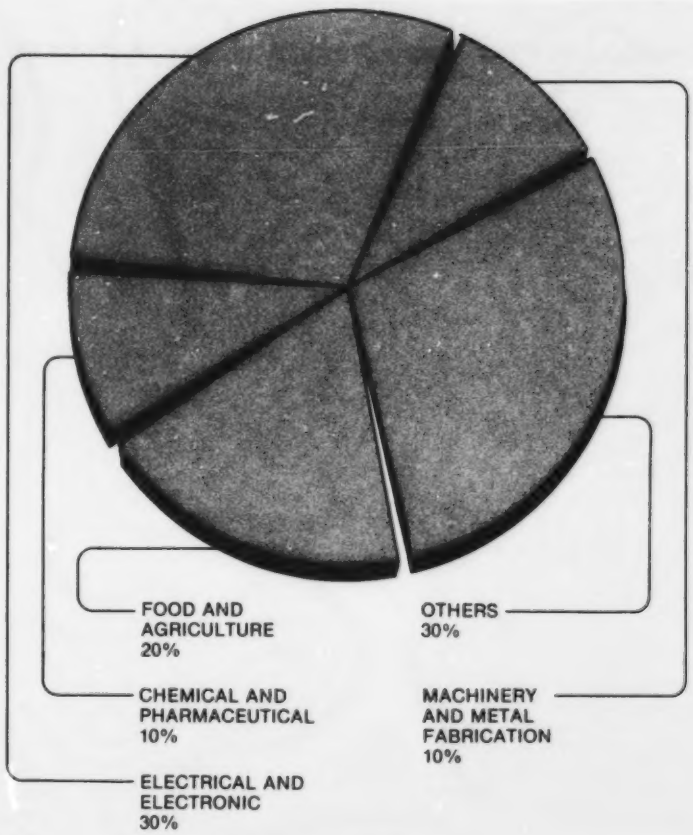
Financial assistance for longer-term applied research projects.

IRAP supports the salaries of company scientific and technical staff working on the project, and helps meet the cost of technical consultants or subcontractors needed to do a portion of the research.

Transfer of existing technology in government and university laboratories to Canadian companies.

Formerly the Program for Industry/Laboratory Projects (PILP), this element offers industry the means to commercialize the latest in homegrown technical knowledge, inventions and scientific know-how. The program helps companies put together a technical and market research plan, makes available the best technical facilities and expertise in government-sponsored labs, and provides financial assistance on a cost-sharing basis.

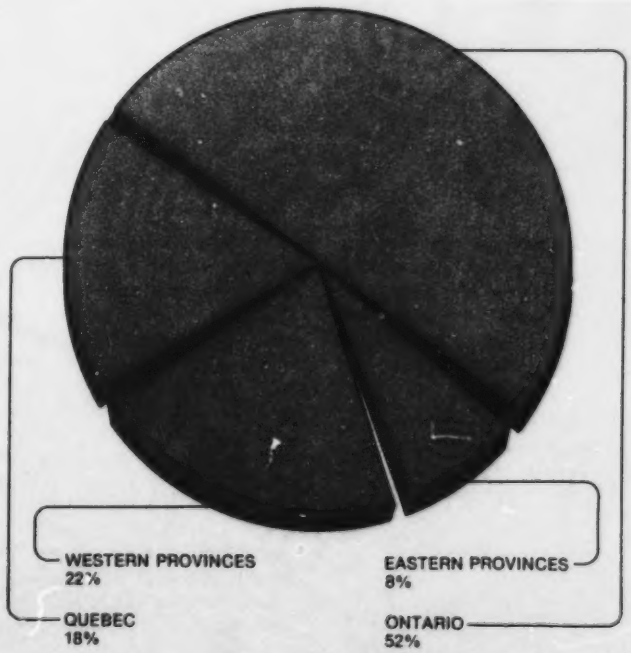
Of a total 1984/85 IDO budget approaching $65 million, over $57 million was spent through IRAP in direct support of industrial R&D projects. Nearly four out of every five dollars went to small and medium-sized companies. The largest portions were allocated to industries in the electrical and electronic or food and agriculture categories.



TOTAL: $57 MILLION

IRAP: Direct R&D Support Funding by Industrial Category

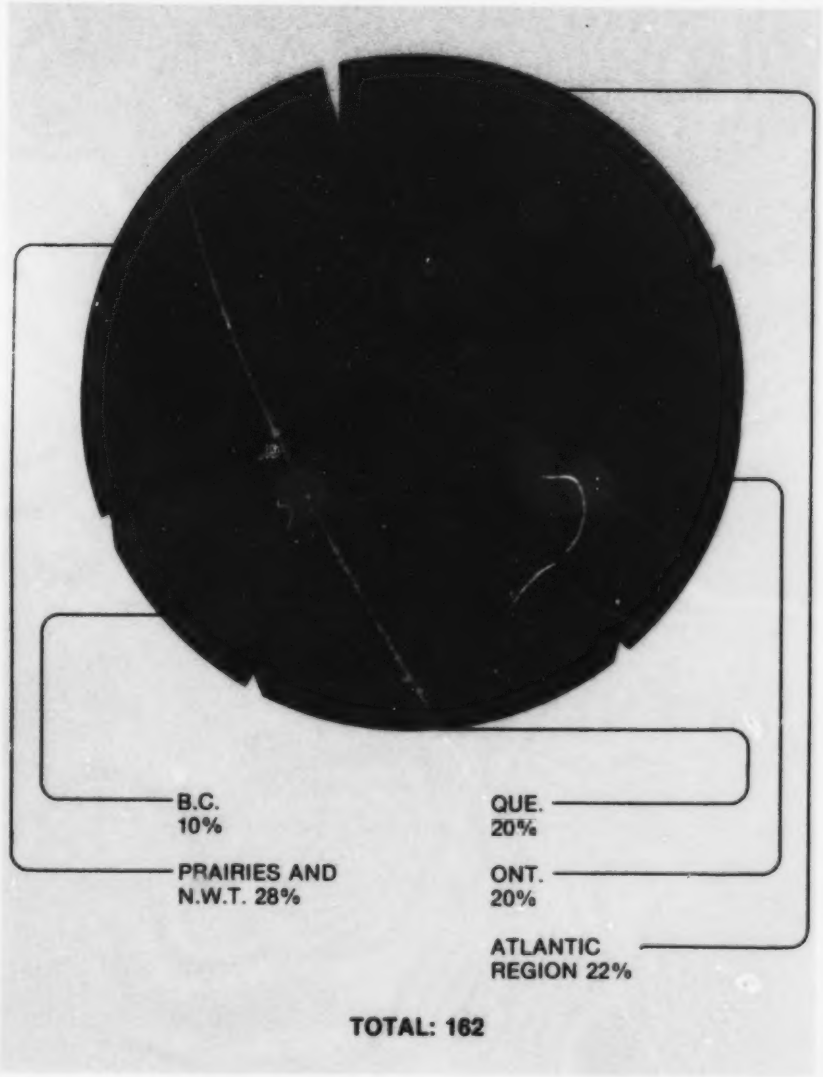
In 1984/85, over $57 million of IRAP resources were spent in direct support of industrial R&D projects. The lion's share went to companies in Ontario, the province having the highest existing concentration of industry. NRC has made moves to decentralize its IDO program delivery and make IRAP services more readily accessible to companies throughout Canada.



TOTAL: $57 MILLION

IRAP: Direct R&D Support Funding by Region

Distribution of NRC Technology Advisors Across Canada



"I do not know how many times I have walked into a very successful new industrial initiative and been told 'we would not be here today if we had not had that IRAP grant of $20,000 or $30,000 in the past several years'."

The Honourable Thomas Siddon. Minister of State for Science and Technology. (1984-1985).

"The programs most highly praised in briefs and interviews were IRAP and, to a lesser extent, PILP. We found a strong consensus among industry spokesmen that they really do work — and we think we understand why. Both programs are administered by the National Research Council, an organization which, as one might expect, fully understands the risky nature of the projects it supports. Because the administrators of IRAP and PILP speak the same technical language as their corporate clients, these programs are managed in a far less complex, far more business-like manner."

Task Force on Federal Policies and Programs for Technology Development (The Wright Report) July, 1984

In a 1981 survey of 133 companies in Canada, R&D directors were asked to identify the information link they found most valuable.
Their replies indicated that:
"1. Seventy-seven of the 133 enterprises had more than one R&D unit. Respondents for these enterprises identified affiliated R&D units abroad as their most valuable source of information (60%); another 16% specified affiliated R&D units in Canada.
2. For the 56 enterprises with only one R&D unit, the most valuable link was with suppliers and customers (35%). The National Research Council was the next most commonly identified source of information (27%).
3. The NRC is an interesting focus for comparison. It was identified by 23% of the Canadian-controlled companies but by only 4% of the U.S.-controlled enterprises. It was specified by 22% of the smaller firms (sales less than $50,000,000) but by only 5% of the larger companies."

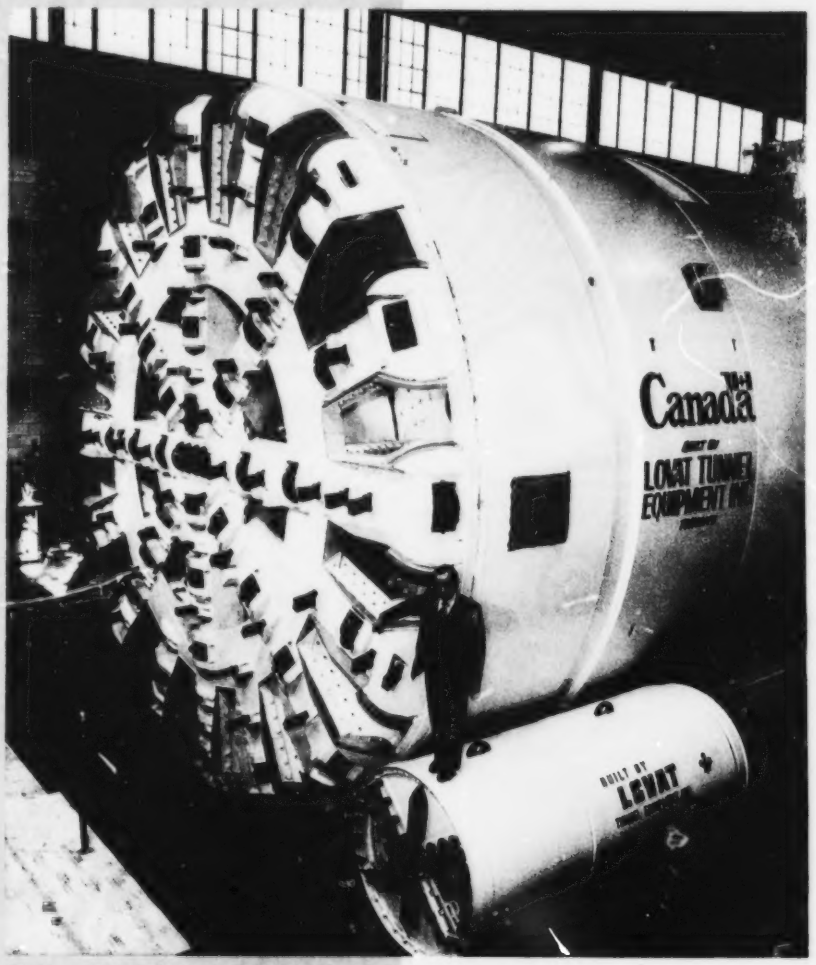
Annual Review of Science Statistics, 1981, Statistics Canada.

Digging In

NRC's industrial support program recently worked with Supply and Services Canada and with the Cape Breton Development Corporation to help Lovat Tunnel Equipment Inc. of Toronto adapt its field-proven soil tunneller for medium-hard rock. The new Lovat tunneller runs on electricity, works continuously, and causes less stress to the rock strata it moves through than traditional drill-and-blast digging methods. It is now mining coal in the Donkin-Morien coal seam on eastern Cape Breton Island.

When the mine first opened, two tunnels were driven: one by drill-and-blast, the other by the Lovat tunneller. The machine proved four times faster and three times less costly per metre of progress. **The mine owners saved the tunneller's full capital cost in the first kilometre.**

Promising applications include mining potash and tar sands, and digging sewage, subway, and service tunnels under existing cities — avoiding the problems of surface construction. One Lovat machine is at work on the new subway system of Washington, D.C., and another has recently been delivered to Venezuela. Studies are also under way on an undersea tunnel from New Brunswick to Prince Edward Island.



The Lovat tunneller is a slightly tapered cylinder with a cutting head nearly 8 m in diameter. In addition to boring through rock, it reinforces the walls of the opened passage behind it with curved steel ribs or liner sections of precast concrete.

"Do new technologies spread as rapidly through Canadian industry as they do through the industries of foreign countries? The leading investigators in the field have concluded that new technologies spread more slowly within Canadian manufacturing industries that in other countries."

Royal Commission on the Economic Union and Development Prospects for Canada (The Macdonald Commission)

PROFIT FROM KNOWLEDGE

The more highly technical a product or process, the more easily it can be made obsolete by the emergence of an entirely new technology or by a more ingenious application of an existing technology.

The slide rule was the engineer's basic tool for decades. Today, it is a museum piece. The arrival of the semiconducting chip and the development of the first electronic calculators saw to that. Successive generations of calculators have been quickly replaced by more advanced models resulting from better and better chips. It takes a long time to develop a new technology. Improvements on it follow relatively quickly.

Opportunities are frequent but fleeting. Economic success or survival will depend on a technological early warning system. To the extent possible, industry should know what new technologies, what processes and what products will be important next week, next year, or 10 years from now.

In many ways, forecasting technology is like forecasting weather — most of it originates outside the country. The more detailed the forecast, the less accurate it is likely to be; but even a very general long-range forecast can be of great economic importance. The difference in forecasting technology is that there is no previous record of patterns and cycles to learn from.

Short-range forecasting identifies applications of existing knowledge that might either help or hurt a company's competitive position. Long-range forecasting anticipates new technologies of likely commercial importance based on new scientific insights. Both types require knowledge of new developments, and an understanding of their potential significance. And clear understanding demands a thorough technical knowledge of the underlying science and its relevance to other fields along with a good reading of possible business and market applications.

No one person has the time to keep technically up-to-date, to be actively involved in business, and to travel around learning about new developments in other laboratories. There is a clear need to bring together people of complementary expertise and experience to exchange and interpret information.

The Technology Assessment Office

To address this need, the Council will establish a Technology Assessment Office (TAO). Its job will not so much be to make technological forecasts as to help other people become aware of relevant trends and developments so that they may make their own forecasts. The TAO will carry out this mandate in several ways. It will:

- support the travel of scientists and business leaders to foreign laboratories
- arrange exchanges and visits between staff members of laboratories in Canada and other countries
- arrange de-briefing sessions for NRC scientists after they attend conferences and seminars, and for scientists whose visits to other laboratories are supported by the TAO
- organize workshops where scientists from government and universities will meet technical and business experts from industry to examine specific issues
- commission studies of specific issues as needed
- produce electronic or printed newsletters summarizing the findings of all these activities.

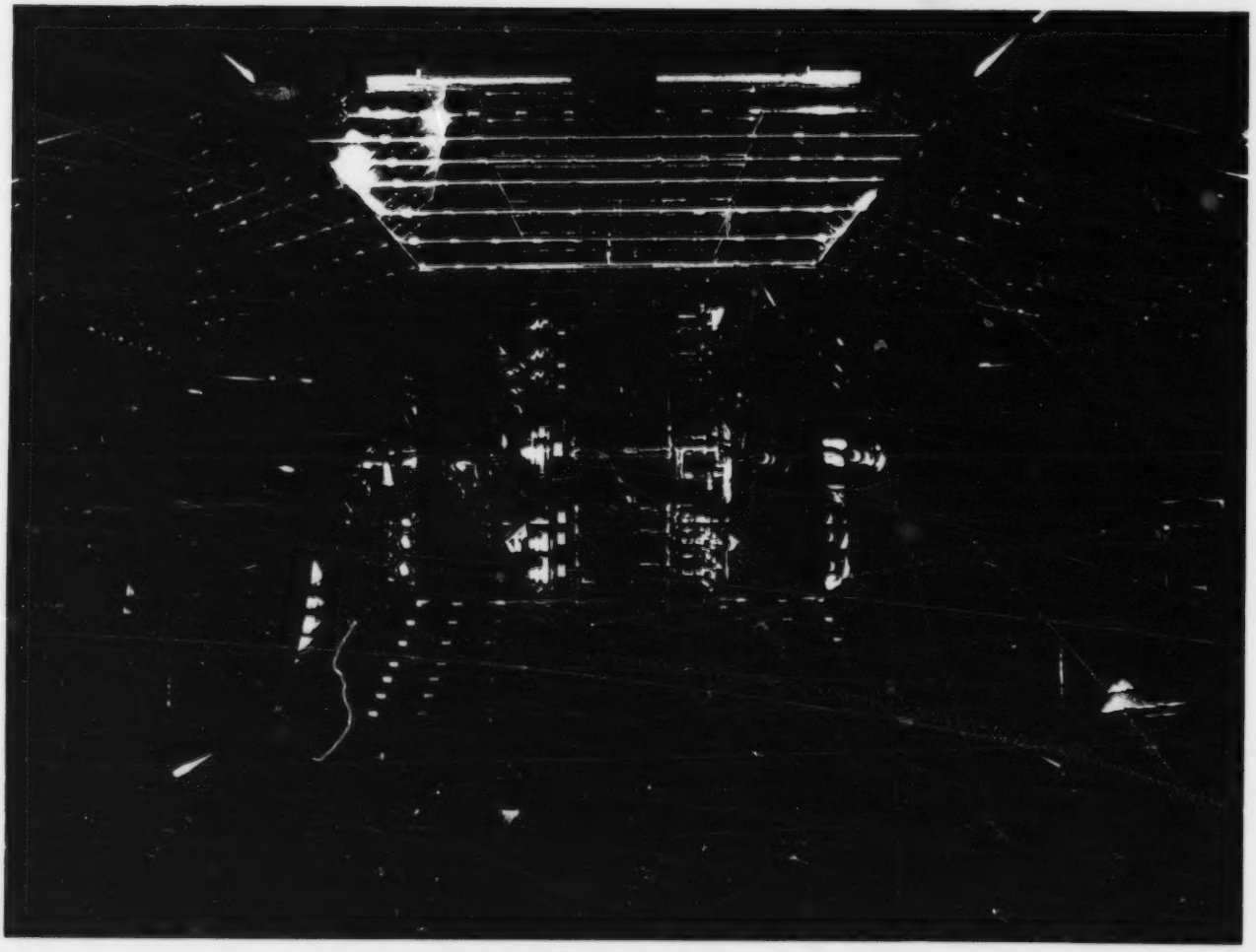
Some of these activities will require funds that may not be available immediately, but the TAO can begin by taking the steps that need more organization then expense. The TAO will work with other departments, such as External Affairs and the Science Council, to make sure that NRC complements rather than duplicates their activities. The TAO will make use of the perspective provided by working scientists, engineers, and business-people.

The TAO will dovetail with an initiative of the Industry Development Office — the posting of technology advisors to other countries to watch developments in technologies significant to Canadian industry. An important part of the job will be to keep sight

of the needs and interests of Canadian companies while staying on top of activities in the other country. Three to five such advisors will be posted in 1985-86 with further postings to be made if the experiment is successful.

By connecting the TAO and the foreign technology advisors to the existing IRAP technical advisory services and field offices, NRC will provide Canadian companies with broad access to interpreted knowledge of relevant existing and emerging technologies.

This knowledge will also be invaluable to government departments in making decisions related to technology, and will be of help in developing coordinated policies. ■



NRC assistance enabled Vortek Industries of Vancouver to develop a single lamp which produces enough light intensity to uniformly light a football stadium.

Checking a sample tube of a batch fermentor used to grow large cultures of various organisms.

FOLLOWING THROUGH

The success of any plan depends on people. It is important that the personnel policies of the Council reinforce the objectives and values of this Plan.

There will be more emphasis on exchanges and outside postings to broaden the experience of staff members and on additional training to sharpen their skills. The Council will also stress flexibility and more frequent changes in career paths. Promotion and recognition systems will visibly reward excellence in assisting clients as well as excellence in scientific research. Efforts will be made to improve communications within NRC and to provide more opportunities for interactions between research staff and the NRC executive. The Council will continue, and if possible expand, its policy of seconding scientific staff to central administrative functions.

Professional Exchanges

Over the next five years, NRC will develop a comprehensive program of **exchanges** and **secondments** of staff to client organizations in all sectors, but particularly the industrial sector.

The Council already has an extensive program of **guest workers**. For example, in 1983-84, there were 678 guest workers who spent time in NRC laboratories, three-quarters of them from Canadian industries, federal and provincial governments, and Canadian universities and schools. The rest came from abroad, a confirmation of the Council's international reputation. In addition, in 1984-85, NRC took 240 co-op students from 18 Canadian universities and colleges.

But the traffic has been largely one way. In the years 1978 to 1984, only 34 NRC professional staff took an extended outside posting. In 1984, 14 staff members were on such professional development or educational leave, a number that represents about 1% of professional staff. There has been a much greater participation in outside duty, working with clients or collaborators for short periods.

NRC will now encourage longer stays of a few weeks to a year that will allow its scientists not only to broaden their knowledge but to share a different perspective.

The Council plans to increase the number of professional and senior technical staff involved in exchanges and postings by about 1% of the total per year. At the maturity of the scheme in five years, about 6% of these staff members in a given year will benefit from some form of stay in a different environment.

The Council will also increase the number of Visiting Scientists and Research Associates. **Research Associates** are recent doctoral or masters graduates who come to NRC for periods of two to five years at identical salaries and benefits to permanent staff. During their stay, they obtain first-hand experience as professional scientists in an advanced laboratory. In return, they provide a continuing source of enthusiasm and fresh ideas to NRC. At present, there are about 150 Research Associates on the NRC payroll. **Visiting Scientists** are usually seasoned researchers who stay up to a year and share their experience with NRC staff, allowing the Council to tap the world pool of knowledge in one more way.

Training Programs

There will be a significant increase in the use of training courses for permanent NRC staff members. Scientists can often maintain their technical edge as a consequence of their work, which is to develop the new knowledge that can render old skills obsolete. But technical staff can sometimes be left behind by rapid advances.

The Council will greatly expand the use of training courses in such areas as electronics, computers, and word-processing to maintain the skill levels of its technical and support staff. The initial target is to have each of them attend at least one work-related course in every five-year period.

The Council will also encourage scientists and engineers to broaden their knowledge and assist them in changing directions or in taking on multidisciplinary work.

In addition, NRC will make increased use of management training courses for staff with management and supervisory responsibilities. ■

LMV

A STRONGER VOICE

The Associate and Advisory Committees of NRC involve over 1 000 of the most active members of the Canadian science and technology community. Drawn from all sectors of the economy, they are a resource that should be used more fully.

An Associate Committee provides advice to NRC on a particular area of science or engineering or on a specific national concern. It is often the only national forum or coordinating body in a given field.

Advisory Committees give advice to individual Divisions and units of NRC.

Each committee has in the past acted independently of the others. In doing so, it has mirrored the behaviour of the R&D community. While formulating this Plan, NRC convened the first meeting of the committee Chairpersons in over a decade. Their discussions led them to push for a more active participation for their committees in the formulation of Canadian science policy, in promoting research and development to the public, and in representing the point of view of the R&D community to the government.

From now on, NRC will convene annual meetings of the Chairpersons of these committees in preparation for the annual release of the NRC Plan. The role of the Associate Committees will be expanded so that they become even more active in coordinating work in various fields, in disseminating information on science and technology, and in examining critical questions as they arise. As resources permit, NRC will provide small amounts of seed money and more extensive secretariat services to support independent committee activities.

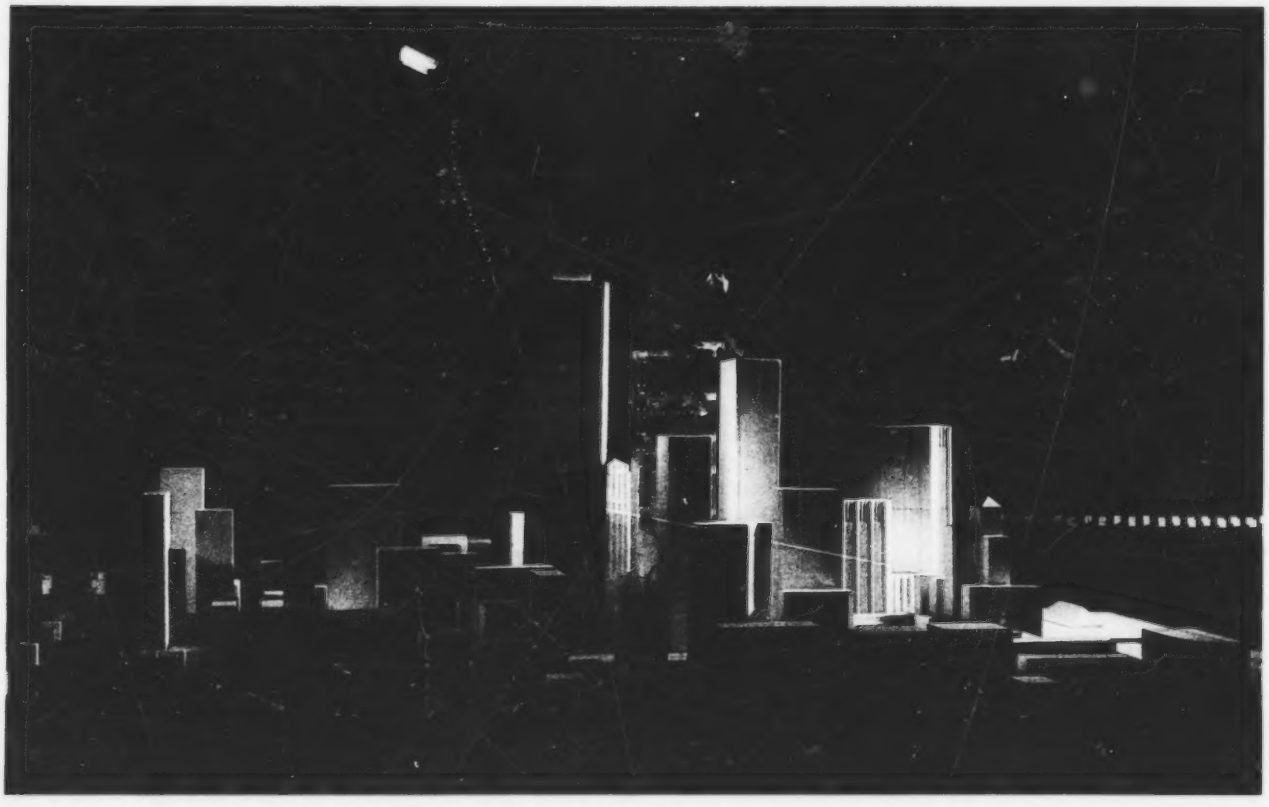
The role of the Advisory Committee system may well be taken over by the Council's new system of advisory Boards but the Council will examine ways to involve Associate Committees more directly with NRC laboratories.

The appointed members of the NRC Council will become more involved in NRC operations by helping to assign research priorities and supervising appointments to the laboratories' advisory Boards. They will also provide an NRC voice on important issues which affect national science policies but which don't fall directly within the NRC mandate. ■

ASSOCIATE COMMITTEES

Associate Committees provide advice to NRC on particular areas of science and engineering or on particular national concerns. They also provide a forum for the Canadian scientific community. The Council has 25 Associate Committees concerned with:

- Agricultural and Forestry Aviation
- Astronomy
- Biotechnology
- Construction Research
- Consulting Engineering and Technology Transfer
- Earthquake Engineering
- Applications of Occupational Ergonomics Research
- Forest Fire Management
- Geotechnical Research
- Hydrology
- Instructional Technology
- Machinery Noise
- Meteorites
- National Building Code
- National Fire Code
- Propulsion
- Research and Development for the Rehabilitation of Disabled Persons
- Research for the Fire Services
- Research on Shoreline Erosion and Sedimentation
- Scientific Criteria for Environmental Quality
- Solar Energy
- Space Research
- Standards of Physical Measurement
- Toxicology
- Tribology



A scale model of Toronto's Commerce Court building and downtown core in the wind tunnel.

FOREST FIRE RESEARCH

An NRC Associate Committee is often the only national forum or coordinating body in a given field. The work of one of these groups, the Canadian Committee on Forest Fire Management, illustrates the important role such committees can play.

Created in 1952, this body concerns itself with research into forest fire problems and with the development of improved fire control practices and inter-agency cooperation in Canada. It offers a neutral ground where both federal and provincial members of the Canadian forest fire community can meet.

The Committee recently assembled a task force to review the state of forest fire research in Canada, and to prepare a report on ways to improve the management programs of forest fire agencies across the country. Members of the task force were drawn from the university sector as well as several federal and provincial agencies.

After months of study, the task force issued a position paper that pointed out several major problems of funding, structure and focus. It found the existing forest fire research effort in Canada undersized, fragmented regionally, and not funded well enough to meet the nation's pressing forest management goals. It emphasized that a strengthened fire research effort involving the latest technology is necessary to protect existing forest supplies and to turn around the short- and medium-term deficits in wood supply already facing several regions of Canada.

The task force recommended several measures to help re-build Canada's research capability. One major step involved the establishment of a stronger fire presence at the Canadian Forestry Service (CFS), the lead federal agency for forestry R&D. The task force also proposed a revised working structure for CFS which would provide a national coordination and focus. This structure would directly involve provincial fire management agencies (through the Associate Committee) in both the initiation and application of the research. The position paper stressed that clients or users of this research should be directly involved from the identification of problems to the application of solutions and should contribute resources where appropriate. It was proposed that the Associate Committee play a much stronger research advisory role by tying in closely with the reorganized Canadian Forestry Service structure.

A final report, including these recommendations, was presented to the Canadian Council of Resource and Environment Ministers, the group which had originally requested the task force study, and to the Canadian Forestry Service. The report was endorsed by both bodies, and many of the proposed measures are being put in place.

The efforts of the NRC Associate Committee have resulted in a closer working relationship among the various forest fire research groups across Canada and a better use of their resources.

A LOOK AHEAD

The measures proposed in this Plan are for the most part organizational rather than expansionary, but there are going to be difficulties as there are with any proposed set of actions. A number of questions for NRC will only be answered by experience over the next few years. The most obvious question, of course, is whether our actions will produce the results we want. If they don't, we'll try something else, because it is just as important to abandon failed experiments as it is to try out new ideas. Some specific questions are:—

• Can technology forecasting be made to work?

The experience of other countries with forecasting has been mixed at best. We are trying a slightly different approach. We do not see ourselves coming down from the mountain with the future inscribed on tablets. Instead, we are emphasizing **awareness and assessment**. We want to put decision makers in touch with each other and all the information they need to reach their own decisions.

• Can we find an accurate way of measuring the benefits of NRC's work?

Determining and then measuring all the economic results that flow from NRC's work is difficult enough. Doing it without seriously intruding on the work itself is even more difficult. Economists have yet to demonstrate convincingly a cause and effect relationship between research and economic performance. But our simply asserting that such a relationship exists is unlikely to provide a continuing justification for a half-billion dollar budget.

• Can NRC redirect its activities without the flexibility provided by increasing budgets?

It's easy to say that changes can be achieved simply by stopping one project and replacing it with another. But rapid large-scale changes are difficult to make. Scientists are highly specialized. You can't stop a physics project to start a biology project. The recent cuts to NRC have left it with no operating room to manoeuvre.

• It's well known that stress is associated with change. Are the changes that NRC is making likely to damage staff morale?

What unsettles most people is not so much change as uncertainty. NRC has been through an unsettling period caused by budgetary cuts and the elimination of some activities. This Plan should make future directions more certain. Much of the work of NRC will continue unchanged. The purpose of those changes that are being made is to make sure that the efforts of NRC's scientists are put to the best possible use. NRC wants a team effort. Every member of the team should be committed to the game plan and should feel that he or she is making an important and fulfilling contribution.

• Can NRC be assured of the continuing cooperation of the rest of the scientific and technical community?

Collaboration and cooperation is based on mutual benefit — both parties must feel that they gain from the association. Private sector companies have to know that the expertise they receive from NRC is worth having, and eventually worth paying for. But many universities are creating technology centres to attract industrial clients. There is a danger that these universities may see NRC as a competitor. NRC must find ways to convince everyone that its role is to **complement and assist a** national effort.

• Will it matter what NRC does? Can Canada survive the economic war that's going on?

To use scientific terminology, NRC's contribution is necessary but not sufficient. This Plan is limited by NRC's mandate, and is drawn up on the basis of 'all other things being equal'. They are not. There are many other relevant factors. It does little good to help our resource industries produce cheaper resources, for example, if our prospective customers erect trade and tariff barriers against them. That is why the NRC effort can be only one component of a national economic strategy.

An Annual Update

No doubt there will be other problems or unforeseen changes in circumstances. That's why the Council will review the Plan every year and produce and updated version that will describe:

- how previous plans are working
- what changes need to be made and why
- what specific actions will be taken

No one can be sure exactly which concerns will seem most urgent in a few years' time. But in the long run R&D in Canada will expand, and NRC will have to expand with it. The Council will be ready to meet the challenges with informed and well-judged responses. In the immediate future, it is important to make sure that current expenditures are made effectively and efficiently so that the contribution of R&D to economic expansion is founded on a very solid base. ■

Conseil national de recherches Canada

National Research Council Canada

UN SENS PRATIQUE

Le plan du CNRC 1986-1990

Canada

THIS PUBLICATION IS ALSO AVAILABLE IN ENGLISH UNDER
THE NAME OF A PRACTICAL PERSPECTIVE

Ce plan est présenté au nom des membres du Conseil directeur du CNRC

Dr L. Kerwin
Président
Conseil national de recherches du Canada
Ottawa, Ontario

Dr. R.E. Bell
Director
Arts, Sciences, and Technology Centre
Vancouver, British Columbia

Dr. A. Benedek
President
Zenon Environmental Inc.
Burlington, Ontario

Dr A. Cabana
Recteur
Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec

M. R. De Coster
Président
Société d'assurance-dépôts du Canada
Sillery, Québec

Dr. D.J. Doyle
President
Doyletech Corp.
Kanata, Ontario

Mr. D.A. Eisenhauer
President
Atlantic Bridge Co. Limited
Lunenburg, Nova Scotia

Mr. D.A. Farlinger
Chief Executive Officer
I.D. Engineering
Winnipeg, Manitoba

Dr. U.M. Franklin
Professor
Department of Metallurgy and Materials Science
Toronto, Ontario

M. J.-G. Fredette
Vice-président — Québec
Monenco
Montréal, Québec

Mr. K. Hammill
Vice-President and General Manager
Omark Canada Ltd.
Guelph, Ontario

Mr. G. Jenkins
President
Process Technology Limited and PTL Research
Oromocto, New Brunswick

Dr E.J. LeRoux
Sous-ministre adjoint
Agriculture Canada
Ottawa, Ontario

Dr. J.C. Madden
President
New Media Technologies Ltd.
Burnaby, British Columbia

Dr. P.M. Maher
Dean, Faculty of Management
University of Calgary
Calgary, Alberta

Dr. J.J. Mardon
President
Omni Continental Ltd.
New Westminster, British Columbia

Dr R.F. Pottie
Vice-président (Sciences physiques et génie)
Conseil national de recherches du Canada
Ottawa, Ontario

Mr. M.P. Smith
Regional Senior Vice-President & General Manager
The Bank of Nova Scotia
Saskatoon, Saskatchewan

Dr. G. Yuill
President
G.K. Yuill and Associates
Winnipeg, Manitoba

UN SENS PRATIQUE

Le plan du CNRC 1986-1990

Le thème général du Plan ainsi que les principales idées qu'il développe sont résumés dans le mot d'introduction du président et dans le synopsis qui le suit. Ces idées sont reprises et détaillées à l'intérieur des onze chapitres du document.

Le texte principal apparaît aux toutes premières pages de chaque chapitre. Il est suivi de photos, de diagrammes, de figures, de tableaux ou de courts exposés informatifs. Le lecteur peut choisir de ne lire que le texte principal et passer au chapitre suivant sans s'attarder sur ce matériel d'accompagnement.

Mot du Président 3

Un sens pratique 5
Principales idées et propositions

Une mission bien définie 9
Le CNRC d'hier, d'aujourd'hui et de demain

Les enjeux économiques 15
Le CNRC, un catalyseur de notre développement économique

Bâtir sur du solide 23
Les activités de recherche du CNRC

Un excellent point de départ 31
Les programmes nationaux du CNRC

Un nouvel équilibre 41
Réorganisation des laboratoires du CNRC

Une approche unifiée 49
Coordination des activités de soutien technique

Un coup de main à l'entreprise 53
Les programmes de développement industriel du CNRC

Les retombées de la recherche 59
La technologie au service des Canadiens

Les ressources humaines, clef du succès 63
Perfectionnement de la main-d'oeuvre

Dialogue avec la communauté 67
Ouverture aux préoccupations de notre société

Coup d'oeil sur demain 71
Écueils possibles

MOT DU PRÉSIDENT

Défi et changement. Ces deux mots reflètent bien l'esprit du CNRC, qui a toujours été rapide à reconnaître les besoins technologiques du Canada et à utiliser ses compétences pour y répondre. Au cours de ses 70 années d'existence, le CNRC s'est adapté de façon répétée aux défis de l'époque — en période de crise économique comme en temps de guerre.

Il y a plus de dix ans, on s'inquiétait déjà sérieusement du niveau relativement faible de recherche et de développement effectués au Canada. C'est à ce moment-là que le CNRC a publié « Un rôle redéfini » dans lequel il énonçait une réorientation de ses politiques visant à fortifier ses programmes industriels existants et à en créer de nouveaux.

En 1980, devant l'urgence de mettre la R et D au service de l'économie et de fortifier le secteur manufacturier canadien, le CNRC a lancé son premier plan quinquennal intitulé « Un investissement urgent ». Désireux d'apporter sa contribution, le CNRC a tenté d'accroître la pertinence industrielle de ses programmes de recherche scientifique. Il a depuis réussi à renforcer sa présence régionale et à orienter ses programmes de recherche vers l'acquisition de technologies génériques importantes.

Aujourd'hui le besoin d'investir dans la R et D comme instrument de reprise économique n'est pas moins urgent qu'il ne l'était il y a cinq ans — on dispose de moins de temps, c'est tout. Nos industries ne peuvent plus se payer le luxe d'être à la remorque des changements technologiques — nos compétiteurs les rejoindront vite, et les dépasseront. Pour permettre à nos industries de garder une longueur d'avance, et pour créer des emplois, le Canada a besoin de l'appui total de sa communauté scientifique et technique. Et il en a besoin *maintenant*.

À un moment où le gouvernement cherche à réduire ses dépenses, notre nouveau plan cherche à offrir une approche réaliste pour répondre à ce besoin urgent.

Le CNRC est l'une des meilleures sources de R et D du Canada. À des travaux de laboratoire de qualité, il associe des programmes innovateurs pour venir en aide à l'industrie, assurer le transfert de la technologie et diffuser l'information technique. Ce sont là des attributs essentiels pour aider le Canada à s'assurer un avenir industriel dynamique et prospère.

Pour y parvenir, le CNRC n'a pas nécessairement à devenir plus gros ou plus riche — il doit seulement continuer à faire ce qu'il fait, et à le faire mieux. Il doit être à la fois efficace et efficient.

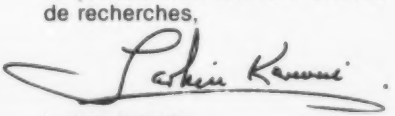
Nous avons fait l'inventaire de nos ressources, affûté nos meilleurs outils et nous sommes prêts à relever le défi. Nous comptons donner la même attention que par le passé au développement des connaissances mais nous serons plus vigilants à faire en sorte qu'elles soient utiles et accessibles aux autres. Tout en cherchant davantage à faire bénéficier l'industrie des avantages immédiats de nos travaux, nous continuerons à fournir au Canada la capacité de recherche fondamentale et à long terme qui fait la force même du CNRC.

Le CNRC continue de croire qu'un investissement dans l'avancement du savoir, complété par des activités de R et D qui permettent de l'obtenir et de l'utiliser, est crucial pour notre prospérité économique. Le CNRC est le genre d'investissement qui constitue une valeur sûre. Au cours des ans, sa valeur n'a fait qu'augmenter et il produit régulièrement des dividendes substantiels pour le pays.

Des études indépendantes indiquent que les activités des laboratoires engendrent des retombées commerciales considérables pour l'industrie, et apportent des avantages sans nombre à la société sur le plan de la sécurité, de la santé et de la qualité de vie. De plus, les programmes d'aide industrielle du CNRC ont démontré qu'ils étaient extrêmement rentables et sont considérés comme les meilleurs en existence.

Et rien ne nous permet de douter que le CNRC, animé d'une détermination renouvelée, ne peut accomplir plus encore. Compte tenu de la discipline imposée par la diminution de nos ressources, nous devrons mobiliser notre volonté et notre force technologique si nous voulons continuer à offrir au Canada la pleine mesure de notre contribution en tant que principal laboratoire national du pays.

Le président du Conseil national de recherches,



Larkin Kerwin

UN SENS PRATIQUE

Synopsis

L'actuel niveau de vie des Canadiens ne pourra être maintenu si les industries canadiennes ne font pas appel aux nouvelles technologies. Le rôle principal du Conseil national de recherches au cours des cinq prochaines années sera précisément d'encourager et d'aider les industries canadiennes à trouver des solutions technologiques à leurs problèmes.

Les compétences et les innovations nécessaires existent déjà au sein des laboratoires canadiens, tant au CNRC qu'ailleurs. Nous n'avons toutefois pas de mécanisme qui nous permette de coordonner les ressources existantes pour apporter des solutions aux problèmes qui nous confrontent.

Rien ne sert d'accroître le patrimoine des connaissances si ces connaissances ne sont pas mises à profit. Les problèmes économiques du Canada ne seront pas résolus uniquement par la mise en oeuvre de programmes gouvernementaux de grande envergure dans les technologies naissantes, même si de tels programmes permettraient d'augmenter sensiblement la masse du savoir. La reprise économique est subordonnée à la décision de milliers de chefs d'entreprise de partir à la conquête des marchés et de faire un peu mieux, ou beaucoup mieux, que leurs compétiteurs.

Pour que cela se réalise, le Conseil national de recherches cherchera désormais à devenir un acteur tout aussi important sur la scène industrielle qu'il l'a été jusqu'ici dans le monde scientifique.

Le CNRC rationalisera ses programmes d'aide industrielle pour les rendre plus efficaces. Les contributions du CNRC à l'industrie seront élargies pour englober des activités comme les études de marché, afin d'aider les entreprises qui songent à commercialiser de nouveaux produits. Il mettra en place un Bureau d'évaluation technologique pour identifier les technologies naissantes et leurs possibilités d'application. Il mettra également sur pied un Centre de coordination de la technologie pour encourager la collaboration entre le CNRC, les industries et les universités.

En fait, le CNRC voit la coordination de programmes conjoints comme un nouveau rôle majeur qu'il sera appelé à jouer. La coopération entre les chercheurs débouchera non seulement sur une meilleure utilisation des ressources techniques limitées du Canada mais encouragera également la diffusion des compétences techniques.

Ce qui sous-tend la totalité de l'effort déployé par le CNRC, c'est la nécessité économique urgente pour les industries canadiennes de devenir plus compétitives. Le Canada importe actuellement beaucoup plus de technologies qu'il n'en exporte, et dépend fortement de ses richesses naturelles pour maintenir le niveau de vie de ses citoyens. Dans le secteur des richesses naturelles, les industries devront adopter des techniques de production plus modernes qui entraîneront une réduction du nombre des emplois traditionnels occupés par des Canadiens dans ce domaine. Pour remplacer ceux-ci, et créer de nouveaux types d'emplois, le Canada devra saisir une fraction plus importante du marché des produits transformés ou à valeur ajoutée.

Il est facile d'identifier des secteurs où l'industrie canadienne pourrait mettre au point des produits qui concurrenceraient les produits importés. Actuellement, le déficit de la balance commerciale canadienne s'établit à 12 milliards de dollars par an dans la catégorie des produits de haute technologie. Ce déséquilibre est particulièrement marqué dans le secteur des instruments scientifiques et professionnels, où 80 % des achats canadiens correspondent à des importations, ainsi que dans celui des machines et du matériel de transport (70 % d'importations) et des produits électriques (40 % d'importations).

Pour accroître l'efficacité de son intervention au niveau de l'aide à l'industrie canadienne, le Conseil national de recherches compte procéder à une restructuration interne majeure. Les moyens et les installations de recherche du CNRC seront regroupés au sein d'unités plus grandes: ces dernières seront plus en mesure de faire porter un effort accru sur un nombre d'activités plus restreint. De même, elles seront plus efficaces sur le plan du transfert technologique que ne le sont actuellement les petites sections de recherche.

On encouragera l'accroissement des échanges de personnel en envoyant des scientifiques du CNRC effectuer des stages dans des organismes du secteur privé et en invitant des experts de l'industrie à venir travailler dans les laboratoires du CNRC. Le Bureau d'évaluation technologique invitera les scientifiques et les ingénieurs canadiens à communiquer davantage l'information existante, analysera cette information, et encouragera ceux-ci à accroître leurs connaissances sur la technologie d'autres pays. Le Bureau du développement industriel du CNRC postera égale-

ment des observateurs à l'étranger pour y suivre les progrès de la technologie.

Le CNRC reste convaincu que le Canada doit poursuivre, au niveau de l'effort à long terme, le développement des connaissances fondamentales sur lesquelles s'appuie le dynamisme scientifique et technologique de notre pays. Il croit cependant qu'à court terme une approche réaliste exige qu'il redouble ses efforts pour amener l'industrie canadienne à *utiliser* les technologies existantes ou naissantes en vue d'améliorer la performance économique de notre pays. ■

CE QUI DOIT CHANGER

Le CNRC procédera à une série de changements organisationnels pour se préparer à relever le nouveau défi qui l'attend: mettre la meilleure technologie disponible au service des entreprises canadiennes. Plus précisément, le CNRC projette de:

• regrouper les sections de recherche existantes en unités plus larges qui pourront:
— couvrir une plage plus large de connaissances et d'applications dans un secteur donné
— mettre davantage l'accent sur les buts et les objectifs
• créer des comités consultatifs externes pour ces différents programmes de recherche
• créer un Centre de coordination de la technologie chargé de
— favoriser des contacts plus étroits entre les conseillers en technologie industrielle du CNRC oeuvrant sur le terrain et les laboratoires
— ouvrir les portes des laboratoires à de nouveaux clients et à de nouveaux partenaires
— identifier, aussitôt que possible, les applications commerciales et les utilisateurs potentiels de technologies mises au point au CNRC
• autoriser les conseillers régionaux à approuver la majeure partie des projets d'aide industrielle. Soixante pour cent des propositions pourront ainsi être traités en moins de quarante jours.
• affecter une portion des fonds des programmes de développement industriel à la réalisation d'études de marché afin de:
— faire en sorte que des projets techniquement réalisables débouchent sur des produits commercialement viables
— identifier des stratégies pour la pénétration du marché
• utiliser les bureaux régionaux du CNRC pour mettre en rapport les investisseurs, les milieux d'affaires, les scientifiques et les ingénieurs
• créer un Bureau d'évaluation technologique chargé de:
— fournir des évaluations des progrès technologiques par des spécialistes de tous les secteurs
— mettre en rapport des gens dont les besoins et les connaissances sont complémentaires

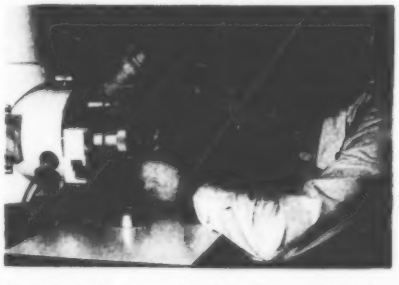
Les chefs d'entreprise et les décideurs ont besoin d'information pour prédire les découvertes et les tendances technologiques susceptibles de prendre de l'importance.

• favoriser les échanges de personnel, les détachements à l'extérieur et la venue de chercheurs invités pour élargir les perspectives et diffuser les compétences techniques
• accroître l'utilisation de cours de perfectionnement pour le personnel et la direction
• utiliser ses comités associés pour permettre aux membres de la communauté scientifique et technique de contribuer à la formulation des politiques nationales et à la promotion de l'effort national.

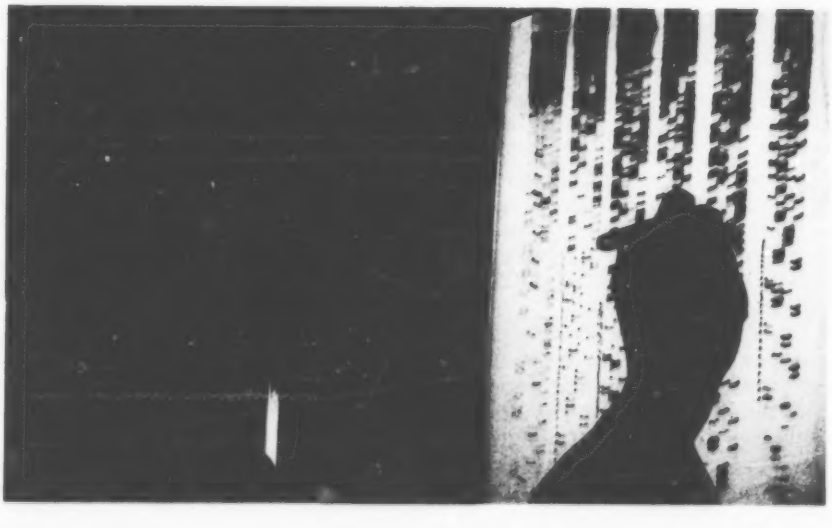
Lorsque le CNRC aura assumé son nouveau rôle et qu'il aura commencé à s'engager activement au sein de la communauté, on peut s'attendre à ce que d'autres possibilités ou d'autres problèmes soient identifiés. Ceux-ci pourraient bien nécessiter de nouvelles initiatives majeures auxquelles le CNRC sera invité à participer.

Chaque année, le CNRC publiera un plan révisé qui décrira les succès enregistrés par les plans précédents, les changements qui doivent leur être apportés, ainsi que les raisons de ces changements, et les nouvelles mesures qui devront être adoptées.

Il est essentiel que chaque client, chaque partenaire et chaque membre du personnel soit conscient de la nouvelle détermination du CNRC à faire de la recherche et du développement un instrument de reprise économique et un facteur reconnu de prospérité économique.



Un chercheur examine une radioautographie d'un gel de séquençage de l'ADN.

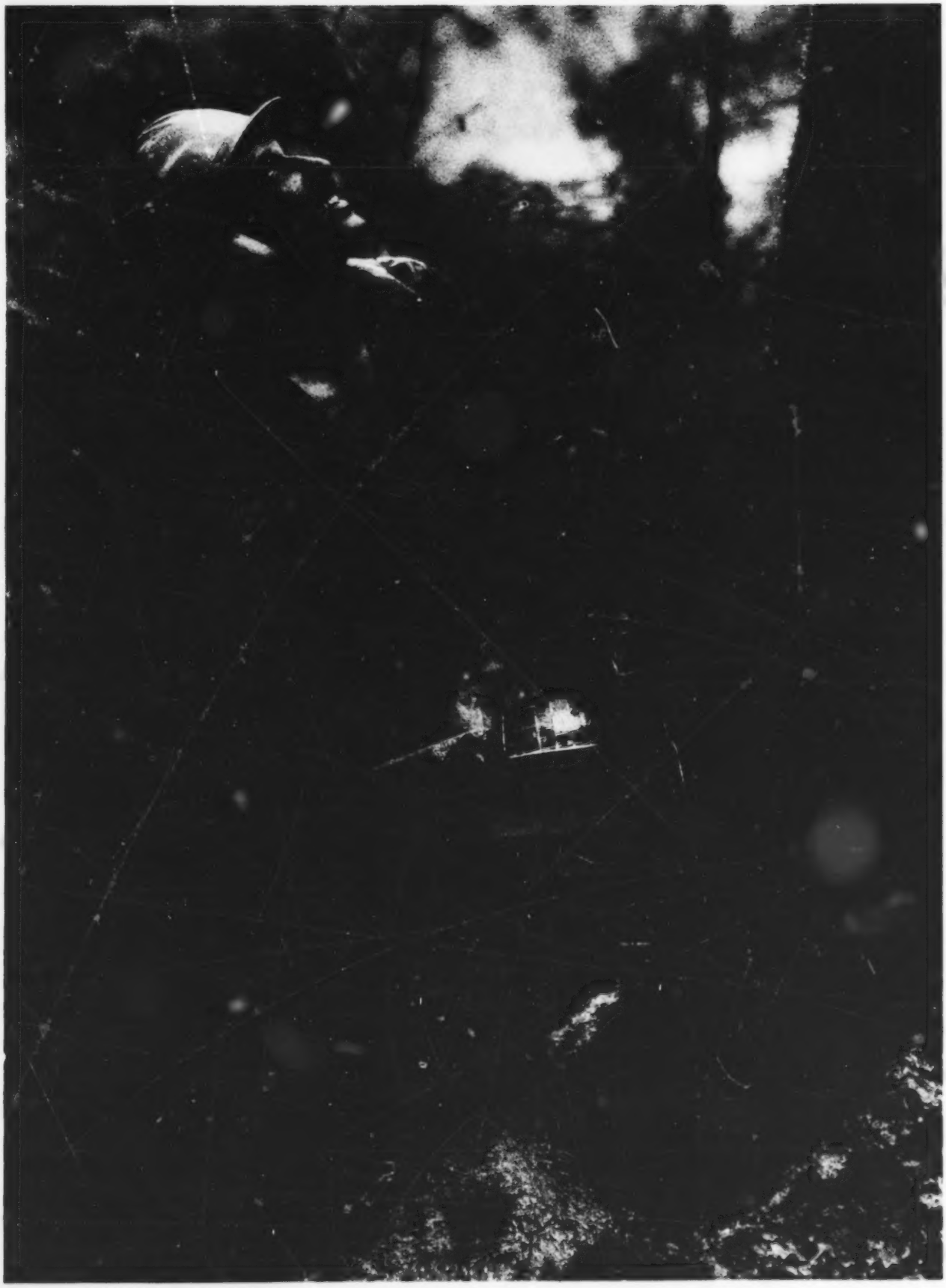


Résistance et élasticité, nouvelles applications et nouvelles méthodes de production ne représentent que quelques-uns des nombreux domaines d'étude sur les plastiques de l'Institut de génie des matériaux du CNRC, près de Montréal.

LES CINQ PROCHAINES ANNÉES AU CNRC

Année	Plan de travail	Augmentations approximatives des ressources du CNRC pour l'année 1985-86 suggérées par le plan de travail indiqué	
		Dollars	Personnel
Année 0 (1985)	En cours — Réorganisation des divisions et du Bureau du développement industriel — Construction de nouvelles installations majeures pour la biotechnologie et la dynamique marine, à Montréal et à St. John's de Terre-Neuve	0 %	0 %
Année 1 (1986)	Achèvement de la réorganisation des divisions Achèvement de la réorganisation et de l'expansion du BDI Achèvement de la construction des nouvelles installations majeures pour la biotechnologie et la dynamique marine Mise sur pied d'un Centre de coordination de la technologie Mise sur pied d'un Bureau d'évaluation technologique Mise sur pied de programmes d'échanges et de formation professionnelle Mise en oeuvre de mécanismes pour la sélection de projets de recherche pure Commencement de la construction de l'Institut d'optique, à Québec Commencement de la participation au projet « Science Place Canada », à Winnipeg Commencement de la participation au Laboratoire d'électrochimie, à Shawinigan	0 %	4 %
Année 2 (1987)	Première année opérationnelle des éléments mentionnés ci-dessus Analyse et proposition d'éventuelles initiatives majeures Poursuite de la construction de l'Institut d'optique et préparation à la participation	2 %	8 %
Année 3 (1988)	Mise en oeuvre des projets majeurs approuvés de types A et B (restant à identifier) Élargissement des programmes et des services en réponse à la demande Achèvement de la construction de l'Institut d'optique et commencement de la participation	augmentations à déterminer	
Année 4 (1989)	Élaboration de projets majeurs et élargissement des programmes Lancement de projets majeurs de types C et D (restant à identifier) Expansion des services pour répondre à la demande	augmentations à déterminer	
Année 5 (1990)	Achèvement de la première phase des projets majeurs et de l'élargissement des programmes Révision, analyse et réévaluation quinquennales	augmentations à déterminer	

Les initiatives majeures qui font l'objet de discussions et auxquelles le CNRC pourrait participer comprennent le projet de station spatiale américaine ou le projet de construction de l'Institut de recherche sur les régions froides, à Edmonton. D'autres problèmes ou possibilités nécessitant un effort national sont susceptibles de se présenter au cours des prochaines années, notamment dans des domaines tels que l'ingénierie des systèmes, la corrosion, les mathématiques appliquées et le génie côtier.



UNE MISSION BIEN DÉFINIE

Le rôle du Conseil national de recherches est de mettre la Science au service des Canadiens.

La recherche à long terme est la pierre angulaire de toutes les activités du CNRC. Les connaissances acquises par des années de recherche intensive permettent d'élaborer de nouvelles approches et d'apporter des solutions durables à des problèmes difficiles, qu'ils soient de nature industrielle, sociale ou environnementale. L'objectif du CNRC est d'obtenir, par la recherche à long terme, une base nationale de connaissances qui lui permettront de s'attaquer à des problèmes exigeant des solutions à court terme.

Sur ce plan, le CNRC a effectué un travail de première classe; mais il est de plus en plus conscient que l'application de ces connaissances à l'intérieur de notre pays, bien qu'elle s'accroisse continuellement, devrait être étendue davantage.

Le défi des cinq prochaines années sera de trouver des façons d'accroître l'application des connaissances du CNRC pour résoudre les problèmes qui nous confrontent aujourd'hui, sans toutefois compromettre l'acquisition à long terme des compétences dont nous aurons besoin demain.

Définir les besoins

Tout au long de ses soixante-dix ans d'existence, le CNRC a cherché à répondre aux besoins de son époque. Au fil des ans, il a été appelé à jouer différents rôles dont il s'est acquitté avec brio. Aujourd'hui, les problèmes que nous devons surmonter sont clairs. Le Canada traverse une période économique difficile. L'industrie canadienne, dans sa presque totalité, doit faire le saut technologique si elle veut concurrencer celle des autres pays. Cette exigence survient au moment où le déficit fédéral s'accroît de façon tragique. Ces deux constats identifient à la fois le problème auquel le CNRC doit s'attaquer, et le contexte dans lequel il doit le faire. Le CNRC doit aider les industries canadiennes à améliorer leurs produits et leurs procédés, et il doit le faire à un moment où le gouvernement tente de restreindre ses dépenses.

Pour toutes ces raisons, le plan met l'accent sur l'**action** afin de résoudre les problèmes immédiats. Il ne s'agit **pas** d'un plan de **croissance** budgétaire, bien que de nombreux problèmes qui préoccupaient le pays lors de la rédaction du plan quinquennal de 1980 demeurent toujours d'actualité. La première chose à faire pour relancer l'économie est d'utiliser plus efficacement les ressources **existantes**.

Le Canada devra mener une dure lutte s'il veut maintenir le niveau de vie de ses citoyens dans un monde de plus en plus compétitif. Notre économie a été traditionnellement fondée sur l'exportation de nos richesses naturelles. Mais la demande mondiale pour ce type de ressources est actuellement en décroissance et d'autres pays s'accaparent une part de plus en plus grande de ce marché. Pour demeurer compétitifs, il nous faut introduire de nouvelles méthodes de production qui réduiront les besoins en main-d'oeuvre des industries primaires. Pour compenser cette perte d'emplois, le Canada doit accaparer une plus large portion du marché des produits manufacturés ou des produits à valeur ajoutée.

Pour mieux répondre aux besoins de notre pays, le CNRC doit regrouper ses efforts en vue de servir un client important, l'économie canadienne, et plus particulièrement les entreprises qui sont en pleine croissance, qui ouvrent de nouveaux marchés et qui créent des emplois.

Une approche nouvelle

Dans l'avenir immédiat, le CNRC devra concentrer l'application de ses compétences pour répondre aux besoins de l'industrie. Le CNRC devra tirer parti de sa position privilégiée en tant que principal organisme de R et D du Canada pour coordonner les efforts de la communauté relativement restreinte des scientifiques et ingénieurs canadiens. Il devra associer les secteurs privé, universitaire et gouvernemental dans la réalisation de programmes et de projets conjoints. Il a d'ailleurs déjà commencé à le faire avec certaines initiatives comme son programme de recherche en biotechnologie.

Les thèmes centraux du mandat du CRNC pour les cinq années à venir seront la mise au point de technologies à partir du savoir fondamental et la diffusion des connaissances et des compétences auprès des industries canadiennes afin que chaque entreprise soit informée de l'arrivée sur le marché de nouveaux produits ou procédés qui lui permettront de conserver la position concurrentielle qu'elle occupe en les adoptant.

Le CNRC devra:

- être plus sensible aux contraintes propres au milieu industriel

• faire participer davantage le client à la sélection et à la définition de ses programmes
• demeurer en contact avec les entreprises tout au long des étapes de mise au point technique menant au produit commercial final
• améliorer ses méthodes de diffusion de l'information
• fournir un accès plus large aux connaissances qui se trouvent ici et ailleurs dans le monde
• identifier, aussitôt que possible, les technologies qui présentent un potentiel commercial
• rationnaliser son aide technique et financière à l'industrie
• coordonner des programmes conjoints auxquels il participera activement avec l'industrie, les universités et d'autres organismes de recherche fédéraux et provinciaux.

Le maintien de la tradition

Quel que soit le rôle joué par le CNRC dans le passé, une constante a toujours prévalu: la recherche de l'excellence. Que cette constante vienne à disparaître, et le CNRC disparaîtra avec elle. Le CNRC atteint à l'excellence en fournissant un milieu intellectuellement stimulant à ses chercheurs d'élite. Cette stimulation constitue un élément essentiel de sa longue tradition de réussites dans le domaine de la Science et de la Technologie. Elle devra désormais se compléter d'une sensibilité croissante face aux besoins de l'industrie et à l'urgence des problèmes qui confrontent notre pays. ■

NOS RACINES

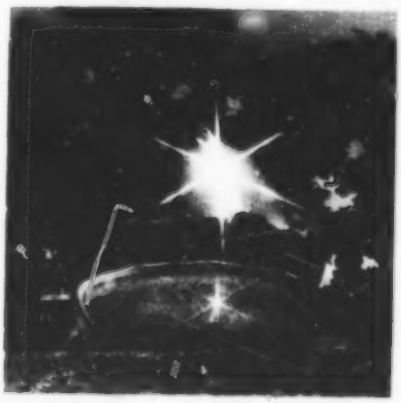
Le Conseil national de recherches est fondé en 1916 pour coordonner et promouvoir la recherche scientifique et industrielle au Canada. Initialement appelé « Honorary Advisory Council on Scientific and Industrial Research », il est créé par une loi du parlement et modelé sur une institution britannique similaire. Mais comme pour les vêtements prêts-à-porter, il y a toujours des ajustements à faire, car, contrairement à la Grande-Bretagne, le Canada n'a pas une infrastructure scientifique et technique bien établie. Le Conseil commence donc à apporter les retouches qui s'imposent.

À ses débuts, le Conseil analyse la science et la technologie canadiennes et identifie les besoins du pays. Il met sur pied un modeste programme de subventions de projets de recherche et de bourses d'études pour contrebalancer le manque de chercheurs qualifiés.

Dans les années vingt, il devient évident que l'industrie canadienne n'a pas les installations nécessaires pour tirer le meilleur parti de ses chercheurs et de ses ingénieurs. Le Conseil persuade donc le gouvernement de le doter à Ottawa de laboratoires qui serviraient de centre national pour mettre le savoir-faire scientifique et technique à la portée de l'industrie.

Tout au long des années trente, il exploite ses laboratoires en se concentrant sur la recherche appliquée à l'industrie et à l'agriculture. Plusieurs entreprises industrielles canadiennes emploient des chercheurs (ou versent leur salaire) pour exécuter des travaux pour leur compte au CNRC. Ces employés détachés de l'industrie représentent presque dix pour cent du personnel scientifique.

Durant la Seconde Guerre mondiale, le CNRC connaît une expansion rapide, passant d'un effectif total de moins de 300 au début de la guerre à plus de 3 000 à la fin de celle-ci. Cette expansion s'accompagne d'une grande diversification d'intérêts. Les scientifiques du CNRC touchent en effet à presque tous les aspects de la recherche qui s'effectue alors, comme l'énergie atomique, le radar, les vêtements protecteurs, la nutrition, le conditionnement et le transport des aliments.



Cette sphère d'acier poli, située sur les terrains du CNRC à Ottawa, symbolise la contribution de la Science à l'humanité.

Après la guerre, les universités s'étant révélées incapables de répondre aux besoins du pays en recherche fondamentale parce qu'elles ne disposent pas de moyens ni de personnel de recherche de calibre international, le Conseil décide d'introduire une forte composante de recherche fondamentale dans un programme qui ne comportait presque exclusivement que de la recherche appliquée. La plupart des chercheurs du CNRC qui étaient arrivés dans les années trente avaient été formés dans des universités étrangères. La somme de leurs connaissances constitue l'inventaire des compétences du Conseil.

En ajoutant de la recherche fondamentale à son répertoire, le Conseil nourrit plusieurs desseins. Il a appris que pour rester à la pointe du progrès dans les compétences de base, il faut participer directement à l'avancement des connaissances. Il reconnaît en outre que la crédibilité et la notoriété que lui vaudrait une stature internationale en recherche fondamentale favoriseraient grandement le développement de la science et de la technologie canadiennes. Et il décide que le manque de compétences nationales dû à l'incapacité des universités ne peut être comblé que par le CNRC lui-même, en aidant les universités à consolider leurs programmes de recherche. Il insiste donc sur l'excellence scientifique et sur l'exécution de travaux de recherche de classe internationale dans ses propres laboratoires et met sur pied un programme de bourses postdoctorales et un important programme de subventions et de bourses pour la recherche universitaire. Le programme de bourses postdoctorales attire au Canada beaucoup de chercheurs étrangers exceptionnels qui passent ainsi dans le système universitaire.

Vers les années soixante, la recherche universitaire s'est développée au point que beaucoup d'universités commencent à considérer le CNRC comme un rival pour l'obtention

LA FAMILLE DU CNRC

des fonds gouvernementaux affectés à la recherche fondamentale. En même temps, le CNRC est l'objet de critiques croissantes; on lui reproche de négliger l'aide à l'industrie pour se concentrer sur l'excellence en recherche fondamentale.

Ce reproche, le Conseil commence à y répondre dans les années soixante-dix. Il élargit ses programmes d'aide à l'industrie et renforce leur application en créant le Bureau de développement industriel. En 1974, il fonde l'Institut canadien de l'information scientifique et technique pour en faire le centre d'un programme national d'information scientifique et technique. Et ses laboratoires commencent à se concentrer davantage sur le soutien technique à l'industrie. La fin des années soixante-dix et le début des années quatre-vingt voient la création d'un certain nombre de laboratoires du CNRC visant le soutien à l'industrie. Le CNRC possède maintenant des laboratoires dans toutes les régions du Canada.

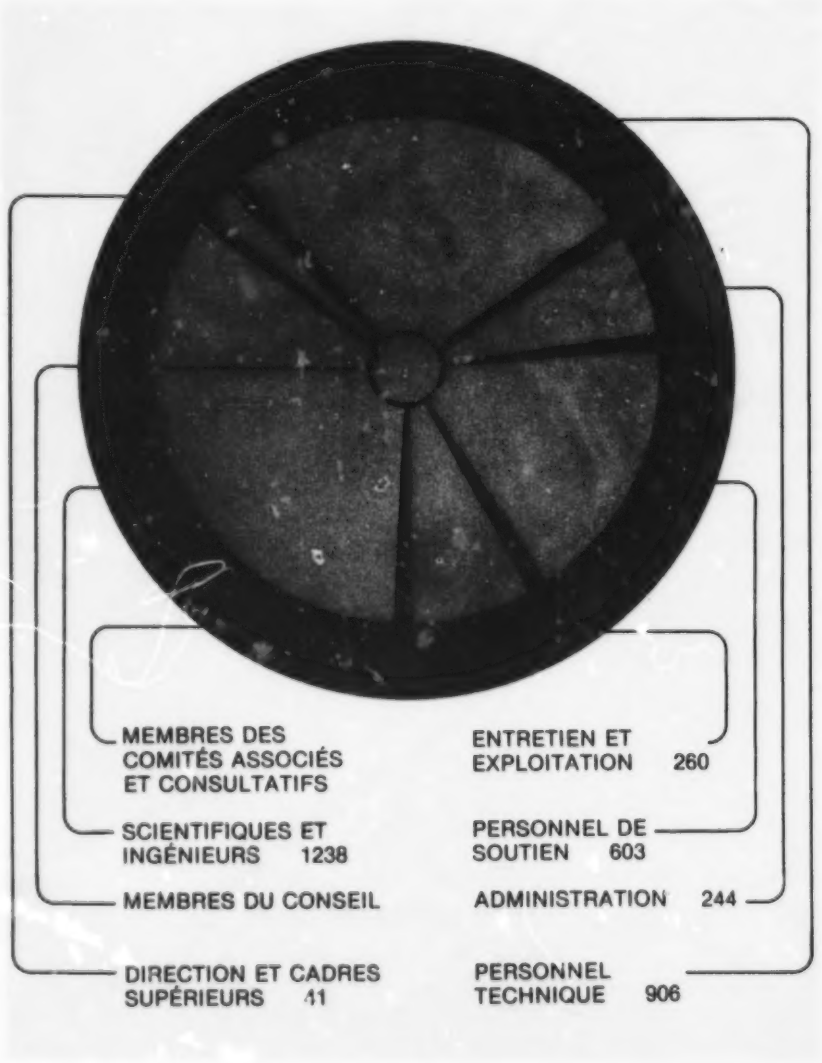
Au cours de ses soixante-dix années d'histoire, le Conseil a pris des mesures urgentes pour corriger les problèmes urgents du moment.

La science et la technologie canadiennes ont fini par mûrir. Les départements de recherche universitaires sont de premier ordre. Une partie importante de l'industrie est innovatrice et techniquement experte. Des organismes de recherche provinciaux et des centres technologiques offrent des conseils et se chargent de contrats de recherche à court terme.

Le Conseil peut maintenant se définir un rôle complémentaire: entreprendre des projets de recherche à long terme qui conduiront à de nouvelles technologies, aider à coordonner les efforts de la communauté scientifique et technique canadienne, encore modeste, et promouvoir l'utilisation par toute l'industrie des plus récentes technologies.

Les dernières parties de ce rôle constituent les fins mêmes pour lesquelles le Conseil a originalement été fondé. C'est grâce en grande partie au succès du développement de la communauté scientifique et technique canadienne par le CNRC que ce dernier peut maintenant se diriger vers ce but original.

Le CNRC se compose de son Conseil, dont les membres sont nommés, et d'environ 3 300 employés. Mais son engagement dépasse largement le cadre de ses propres murs. Une grande partie des activités du CNRC dépend des contributions et de la bonne volonté de la communauté scientifique et technique du Canada. Le fait que plus de mille représentants du gouvernement, des universités et de l'industrie donnent gratuitement de leur temps comme membres des divers comités associés et consultatifs pour offrir conseils et soutien au CNRC en fournit le meilleur exemple.



(Chiffres au 1er juillet 1985)

Cette fenêtre de 10 cm d'épaisseur qui ressemble à du verre est en réalité composée de chlorure de sodium à l'état pur. Ce genre de composant est taillé et poli à la main avec une très grande précision et utilisé dans les lasers de grande puissance et les chambres à cibles du CNRC.

- **Installations et laboratoires**
- **Conseillers en technologie industrielle**

Le CNRC: Une institution canadienne

Installations et laboratoires du CNRC

Ottawa

Siège de l'administration centrale du CNRC et centre principal de la recherche
— Divisions scientifiques:
Sciences biologiques
Recherches en bâtiment
Centre canadien des sciences spatiales
Chimie
Génie électrique
Institut Herzberg d'astrophysique
Génie mécanique
Science des microstructures
Établissement aéronautique national
Physique

St. John's

— Institut de dynamique marine

Halifax

— Laboratoire de recherches de l'Atlantique

Québec

— Participation du CNRC à l'Institut d'optique

Montréal

— Institut de recherche en biotechnologie
— Institut de génie des matériaux

Parc Algonquin (Ontario)

— Observatoire radioastronomique d'Algonquin

Winnipeg

— Participation du CNRC au projet « Science Place Canada »

Saskatoon

— Institut de biotechnologie des plantes

Penticton

— Observatoire fédéral de radioastrophysique

Vancouver

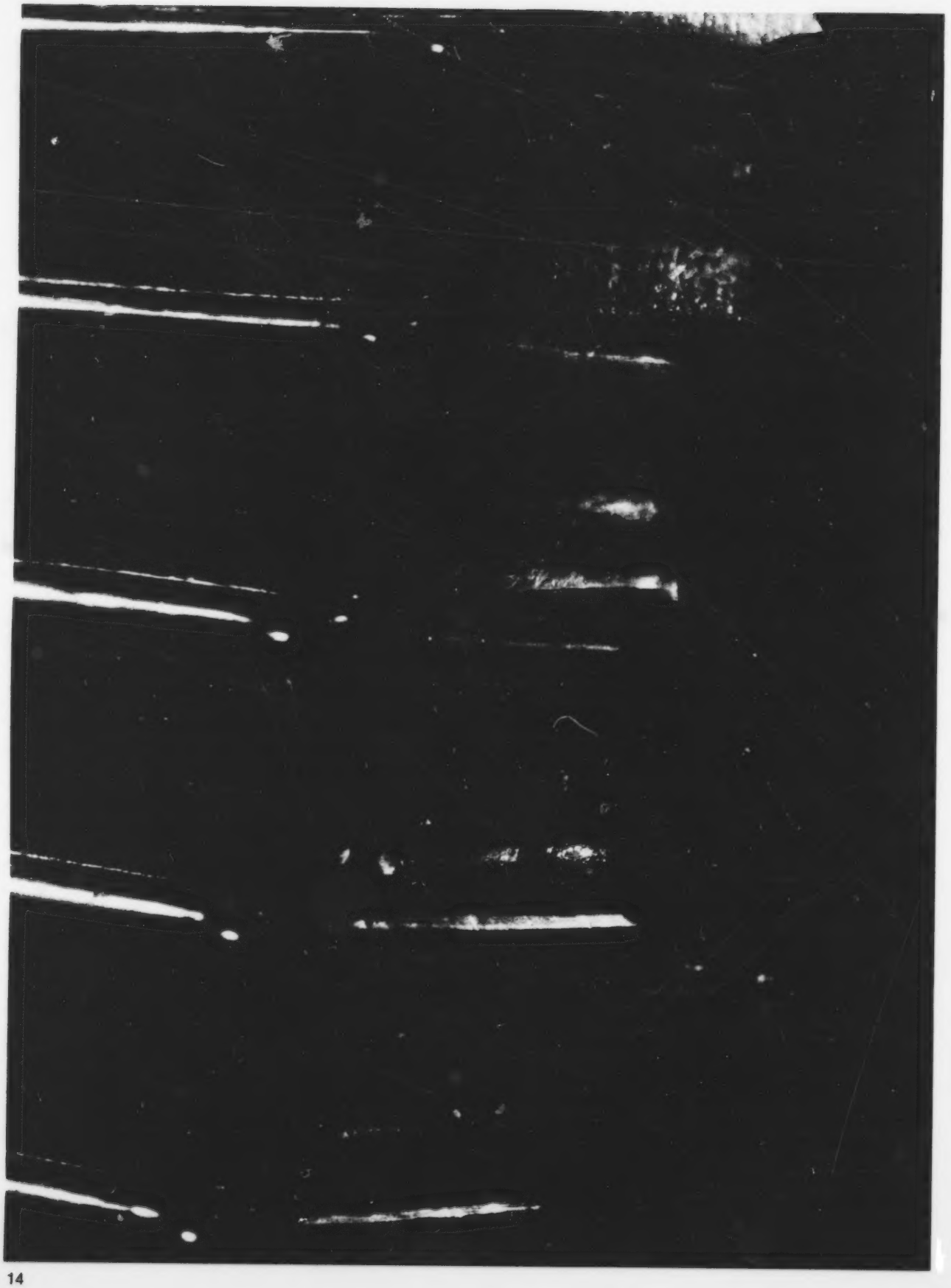
— Division de génie mécanique (Laboratoire de l'Ouest)
— Tri-University Meson Facility (administration externe)

Victoria

— Observatoire fédéral d'astrophysique

Hawaii

— Télescope Canada-France-Hawaii (administration externe)



LES ENJEUX ÉCONOMIQUES

La production de biens à valeur ajoutée exige des efforts et de l'ingéniosité mais relativement peu de matières premières. Les données de Statistique Canada concernant les importations et les exportations canadiennes répartissent ces dernières en plusieurs catégories de biens. Les produits à valeur ajoutée se retrouvent presque exclusivement dans les catégories « produits de fabrication hautement technologique », « produits de fabrication moyennement technologique » et « véhicules automobiles et pièces ». Dans les seize années couvrant 1968 à 1983, ces catégories ont représenté en moyenne 61 % des importations annuelles du Canada mais seulement 35 % de ses exportations. Le gros des exportations a donc porté sur des produits comme le pétrole, le gaz, le bois d'oeuvre, le charbon, l'acier, etc.

Cela signifie que le Canada a atteint son niveau de prospérité actuel en puisant à même ses réserves de matières premières. Mais nos réserves de richesses et de matières premières facilement accessibles s'amenuisent et d'autres pays producteurs nous opposent de plus en plus de concurrence. De toute évidence, le Canada ne pourra maintenir son niveau de vie indéfiniment de cette façon; il doit donc prendre des mesures pour accroître l'exportation de produits à valeur ajoutée et pour substituer aux produits importés des produits fabriqués ici. Le déficit commercial actuel de 12 milliards de dollars qui affecte le Canada au niveau des produits de haute technologie pourrait se traduire à lui seul par la création de plus d'un demi-million d'emplois si ces biens étaient produits ici même, avec la mise en place des réseaux d'approvisionnement et des services correspondants.

Le Canada possède les atouts nécessaires pour s'emparer d'une plus grosse part de la production mondiale de produits à valeur ajoutée. Il a plus de matières premières et de ressources énergétiques qu'il ne lui en faut pour satisfaire à ses besoins. Il peut compter sur une main-d'oeuvre abondante et sur des installations adéquates. Et il possède le capital humain et les institutions compétentes pour concevoir de meilleurs produits et de meilleures façons de les produire.

Ce qui lui manque, semble-t-il, c'est un mécanisme permettant de mettre en rapport les concepteurs et les utilisateurs de technologies. La diffusion des connaissances technologiques jouera un rôle essentiel dans l'avenir économique du Canada.

Identifier les possibilités

Le marché des véhicules et des pièces automobiles est largement régi par des accords intergouvernementaux. Les meilleures possibilités d'expansion économique sans entraves sur le marché mondial se situent donc dans le secteur des produits de haute et moyenne technologie. Un aspect important du rôle du CNRC consistera à aider et à conseiller les entreprises oeuvrant dans ce secteur, et particulièrement celles qui traversent la phase très difficile de la mise en route. Dans le contexte actuel, il faut environ dix ans à une entreprise pour recouvrer son investissement initial et commencer à faire des bénéfices.

Ce qui fait défaut aux petites entreprises, ce sont les ressources techniques. Elles ne peuvent se doter de départements de R et D ayant la « masse critique » nécessaire pour produire et exploiter de nouvelles technologies, pas plus qu'elles ne peuvent se permettre d'attendre les délais très longs qui séparent la recherche fondamentale de ses applications industrielles. Elles ne possèdent pas non plus les moyens qui leur permettraient de se tenir au fait des progrès technologiques réalisés dans le monde. Le CNRC offrira des connaissances, des conseils et des idées pour répondre aux besoins exprimés par ces entreprises et définis à partir de leur expérience du marché.

De nombreuses entreprises continueront toutefois à satisfaire leurs besoins d'innovation en acquérant des licences pour l'exploitation de technologies mises au point à l'étranger, mais elles auront encore besoin d'aide pour localiser ces technologies et pour les mettre en valeur. Le CNRC met présentement sur pied un réseau d'observateurs dans différents pays afin d'offrir cette fenêtre sur les progrès technologiques réalisés à l'étranger.

Mais il serait peu sage pour n'importe quel pays de dépendre entièrement des technologies mises au point par d'autres. Le CNRC doit donc prendre une part active dans l'élaboration et l'adaptation de nouvelles technologies répondant aux besoins canadiens, et dans la diffusion des compétences technologiques à un plus grand nombre d'entreprises. Les entreprises, petites ou grosses, ont besoin de technologies nouvelles pour accaparer de nouveaux marchés dans le secteur de la fabrication.

Parallèlement, le Canada doit protéger les marchés existants dans le secteur de l'exploitation des richesses naturelles pour éviter que des pertes dans ce secteur ne viennent défaire les gains réalisés dans

le secteur manufacturier. Le CNRC utilisera ses compétences techniques pour aider les industries dans le secteur de l'exploitation des richesses naturelles à demeurer compétitives et productives.

Le rôle du CNRC

Un document de l'OCDÉ (résumé dans *Indicateurs de l'activité scientifique et technologique 1984*, Statistique Canada) définit les entreprises de haute technologie au moyen des critères suivants:
(i) lien étroit avec une base technologique solide et un effort de recherche vigoureux
(ii) importance stratégique considérable pour l'État
(iii) longs délais entre le début de la recherche de base et l'application industrielle, brefs délais de commercialisation et obsolescence accélérée à cause de la concurrence découlant de l'introduction de nouveaux produits et procédés
(iv) risques élevés et immobilisations importantes et
(v) haut degré de collaboration internationale à la R et D, à la production et à la mise en marché.

Ces critères peuvent s'appliquer à toute activité de développement technologique. Le troisième critère est probablement celui qui est le plus pertinent pour définir le rôle du CNRC. Le CNRC est peut-être le seul organisme national au Canada qui peut combler le fossé qui existe entre la recherche fondamentale et ses applications industrielles. Il le fera en collaboration avec les entreprises clientes, en leur permettant de raccourcir le délai nécessaire pour la mise en marché d'un produit et d'acquérir ainsi un avantage important sur leurs concurrents.

Les autres critères sont également pertinents au CNRC. Celui-ci devra contribuer à promouvoir la collaboration nationale et internationale et la diffusion des technologies. Un autre aspect important de son rôle sera de réduire les risques financiers de l'entreprise grâce à ses programmes d'aide industrielle, et les risques scientifiques et techniques grâce à ses programmes de recherche et de développement à long terme. Et le CNRC, en tant que principal organisme de recherche gouvernemental, accorde naturellement la priorité au secteur des technologies de pointe et aux applications qui revêtent une importance particulière pour le pays.

Le facteur critique

Les risques et les coûts associés au long délai qui sépare la recherche fondamentale de ses applications industrielles décourage la mise au point de technologies au Canada. Il n'existe actuellement aucun organisme qui se consacre en priorité à ce que l'on nomme parfois la **recherche générique**, c'est-à-dire le développement de technologies pratiques à partir des connaissances acquises en recherche fondamentale. Le laser est un exemple d'une technologie largement utilisée qui découle de travaux de recherche fondamentale en physique quantique.

En s'engageant davantage dans ce type de recherche, le CNRC offrira deux avantages importants au Canada. Le plus important sera probablement qu'il se tiendra ainsi au courant des progrès réalisés dans les autres pays dans le domaine de la recherche générique; par ailleurs, en mettant lui-même au point certaines technologies, il permettra au Canada de se situer à l'avant-garde dans des domaines de pointe. Les technologies qui se prêteront à des applications dans un éventail d'industries seront particulièrement avantageuses.

Pour répondre à ce besoin de recherche générique, le CNRC devra maintenir un certain niveau de recherche fondamentale dans des domaines pertinents pour être au courant des découvertes qui pourraient être utiles au pays, et il devra également maintenir des liens étroits avec l'industrie pour être en mesure de reconnaître leurs utilisations potentielles. Le CNRC jouit déjà d'une réputation bien établie dans les milieux de recherche fondamentale. Il doit maintenant devenir un partenaire de la communauté industrielle tout comme il l'est de la communauté scientifique. ■

Chaque produit technologique est l'aboutissement de plusieurs étapes de perfectionnement que l'on a résumées ici en quatre phases. Ces phases diffèrent entre elles par l'ampleur des efforts et de l'investissement qui leur sont associés.

La recherche appliquée commence lorsque les résultats de travaux de recherche fondamentale permettent d'entrevoir la possibilité d'applications pratiques. Les phases de recherche fondamentale et de recherche appliquée sont toutes deux relativement peu coûteuses, mais elles ne garantissent pas nécessairement le succès.

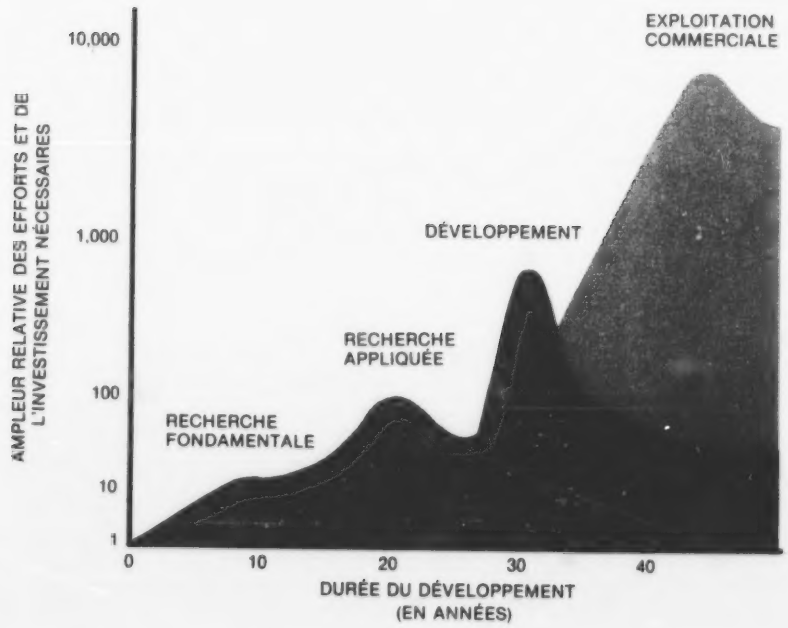
Au cours de la phase de développement, qui est une phase courte, la question de faisabilité technique cède la place aux problèmes relatifs aux matériaux, à la production et au contrôle de la qualité. C'est au cours de cette période que l'on peut, pour la première fois, obtenir des estimations fiables sur les aspects économiques du procédé étudié. Le coût devient un facteur plus important.

Si les perspectives économiques relatives au procédé de fabrication et au produit considéré sont prometteuses, la phase suivante, qui est la phase la plus coûteuse du développement, est amorcée; il s'agit de la phase de la démonstration de la faisabilité économique et de l'exploitation commerciale. C'est ici que les vrais problèmes économiques, politiques et sociaux liés à l'avènement d'une nouvelle technologie entrent en jeu.

En fait, la commercialisation d'une technologie peut demander au moins dix démonstrations de la faisabilité économique, environ cent études techniques et peut-être plus de 1 000 projets de R et D. L'estimation de la durée du cycle de développement technologique à plus de quarante ans est basée sur des exemples tels que la construction du réacteur CANDU qui a été réalisée plusieurs décennies après l'achèvement des premiers travaux de recherche fondamentale sur la fission nucléaire.

Le nombre important de projets de R et D représente la base de compétences technologiques dont dépend le succès commercial de chaque réalisation.
(Conception graphique inspirée en partie par un document publié par G.R. Hill, 1978).

Généralisation des diverses étapes de la recherche et du développement associées à un produit technologique



« Une étude faite en 1984 sur 25 pays a classé le Canada au septième rang en compétitivité générale, alors qu'il avait été classé onzième en 1983 et sixième en 1982. Le Canada a été classé premier, en 1984, en ressources naturelles, troisième en dynamisme financier, cinquième en ressources humaines et sixième en dynamique de marché. Cependant, dans d'autres secteurs, le Canada n'a pas été aussi brillant. Nous avons été classés onzième en dynamisme économique, quatorzième en efficacité industrielle ainsi qu'en consensus et en stabilité politique et sociale, quinzième en orientation innovative hardie, et seizième en termes d'intervention gouvernementale dans l'économie. Les pays placés avant le Canada en matière de compétitivité générale sont les États-Unis, classés premiers, puis la Suisse, le Japon, l'Allemagne, le Danemark et la Suède. »

Extrait du rapport de la *Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada* (Commission Macdonald) tiré d'un document de l'European Management Forum

Un document de travail intitulé *Canadian Trade in High-Technology: An Analysis of Issues and Prospects*, récemment préparé à l'intention du ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie fait les observations suivantes:

• De toutes les nations du Sommet économique, le Canada est le pays dont le déficit commercial dans le domaine de la haute technologie est le plus sérieux. Atteignant environ 12 milliards de dollars en 1983, il continue encore à augmenter.

• De tous les pays industrialisés importants, le Canada est le seul qui accuse un déficit commercial dans tous les secteurs de haute technologie.

• Le Canada occupe la 8e place sur la liste des pays de l'OCDE exportateurs de produits de haute technologie. Le Canada, par exemple, perd du terrain: sa part du marché global est passée de 4,4 % en 1979 à 3,6 % en 1983;

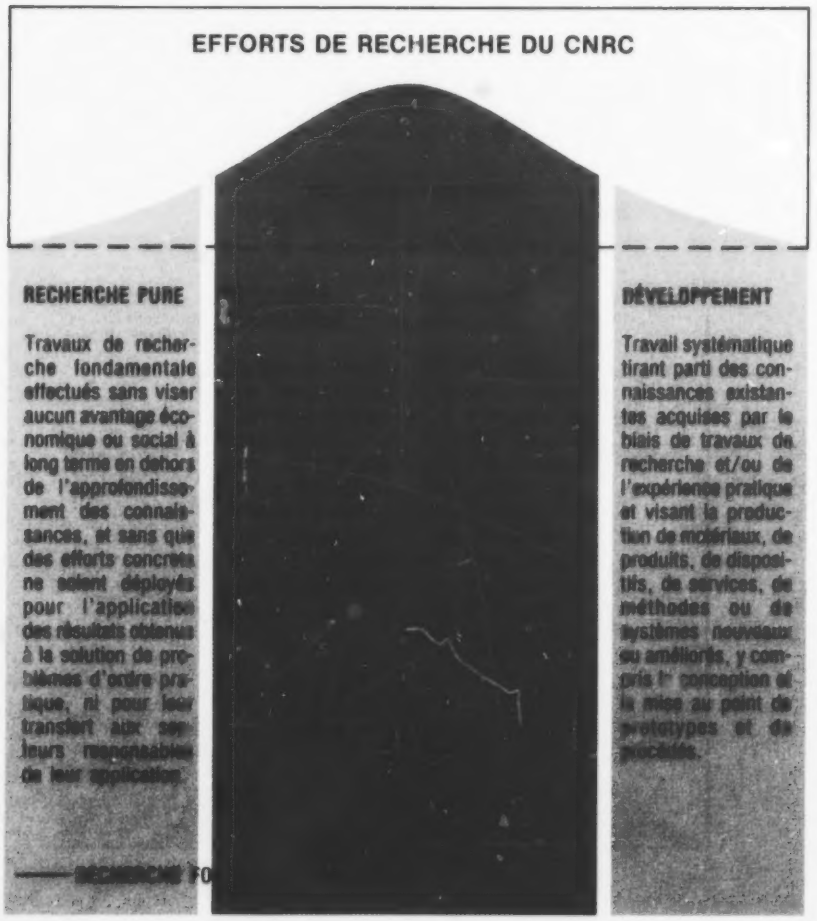
• Le Canada se classe au 8e rang pour ce qui est des dépenses nationales pour le compte de la R et D en termes de pourcentage du produit national brut.

« Le taux de croissance de notre revenu par habitant — mesure de notre richesse nationale — dépend finalement du taux de productivité de la main-d'oeuvre et du capital. Le taux de croissance de la productivité dépend dans une large mesure du taux de progrès technologique. »

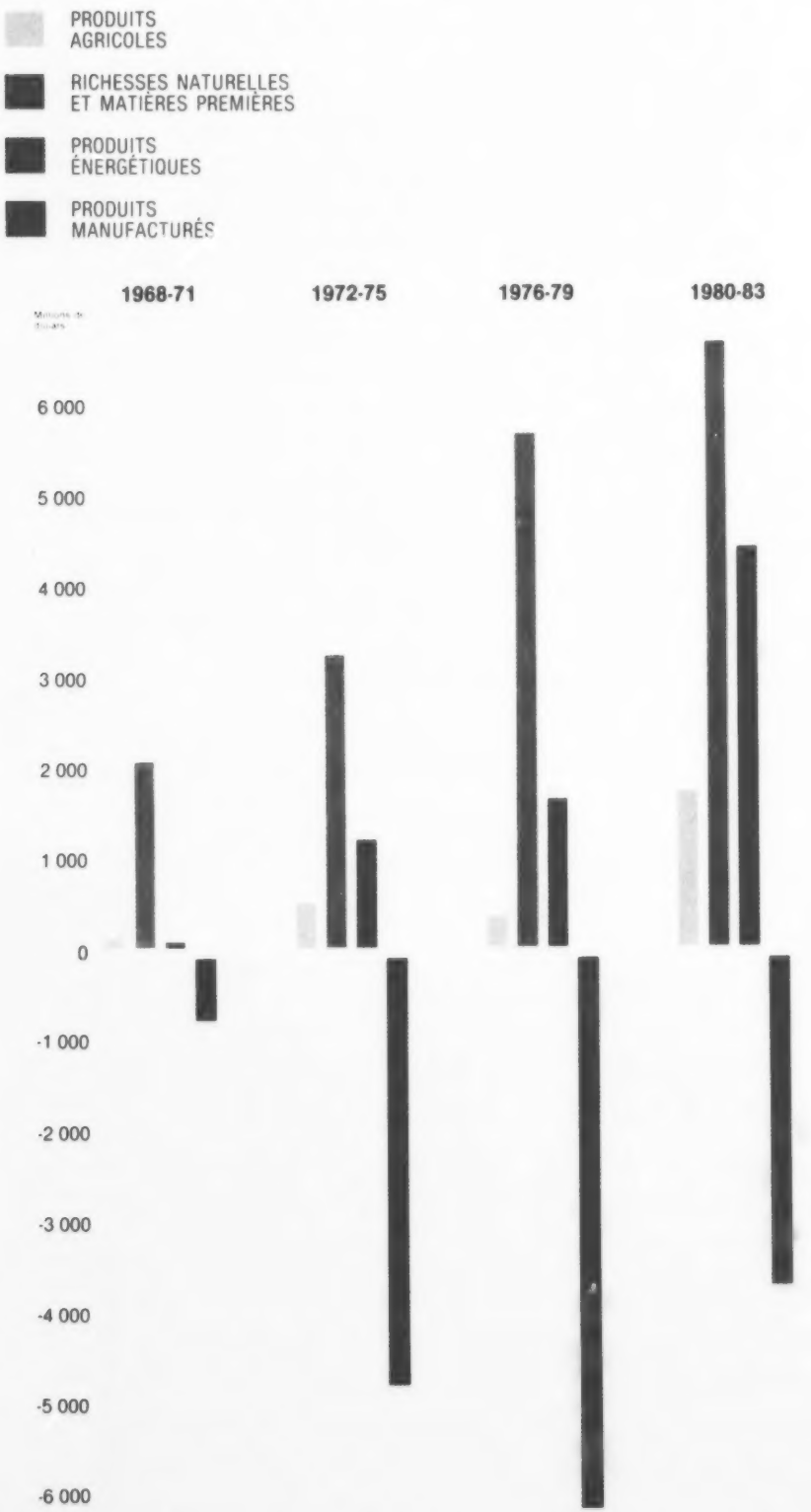
Extrait du rapport de *la Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada* (Commission Macdonald)

VUE D'ENSEMBLE SUR LA RECHERCHE ET LES TRAVAUX DU CNRC

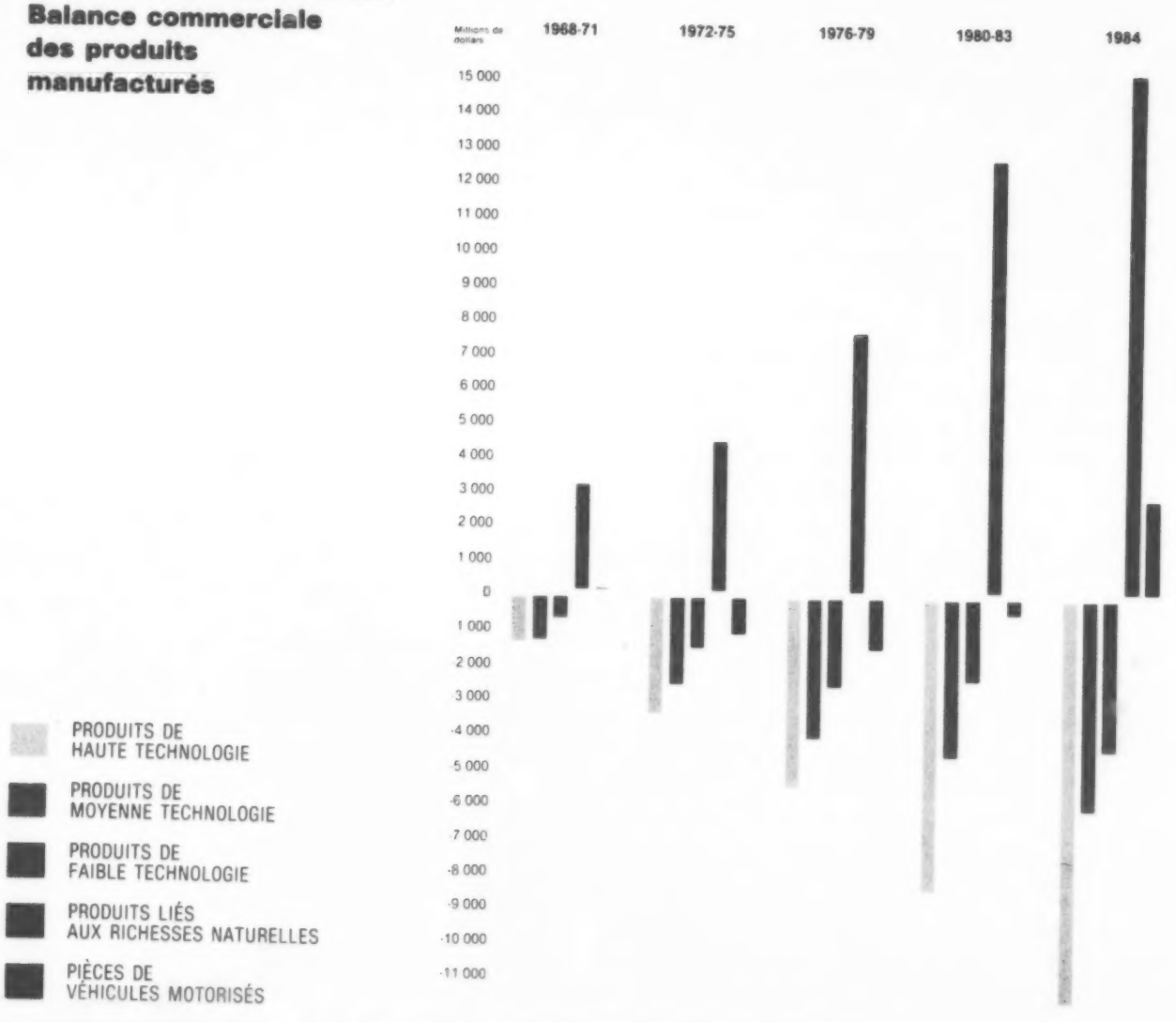
Une grande partie des travaux de laboratoires du CNRC sera consacrée à la recherche générique, c'est-à-dire la recherche originale qui tire parti du savoir fondamental pour mettre au point des technologies de base se prêtant à une gamme étendue d'applications. Ce type d'activités combine la recherche appliquée avec la recherche de nature fondamentale et stratégique.



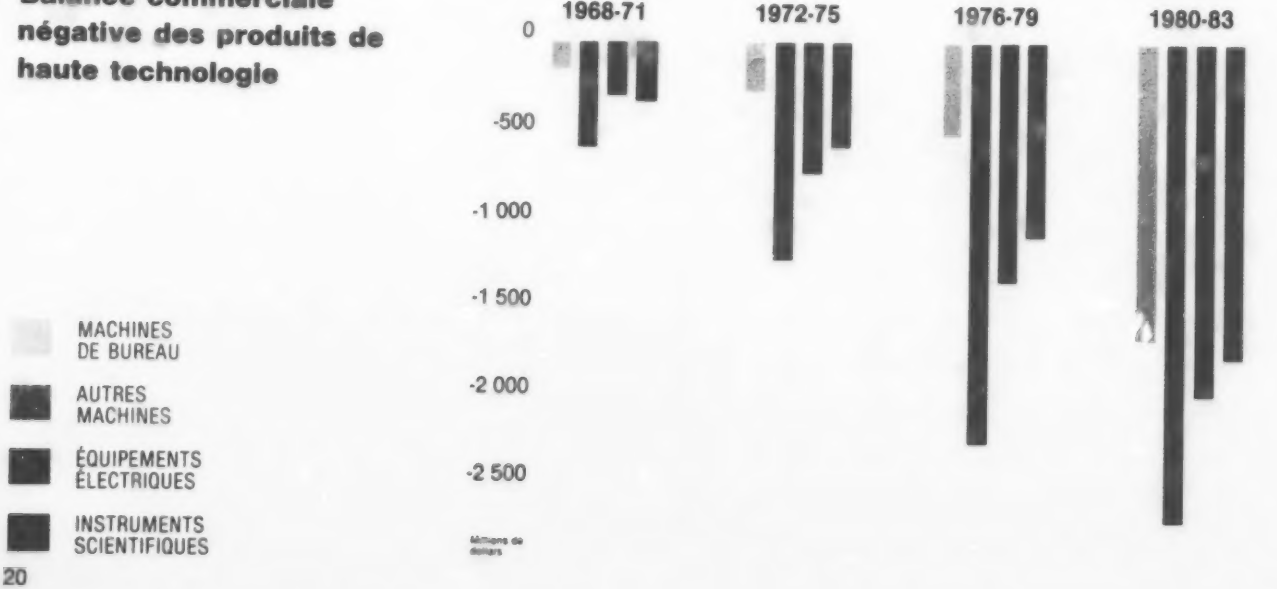
Balance des échanges de marchandises par principaux groupes de produits



Balance commerciale des produits manufacturés

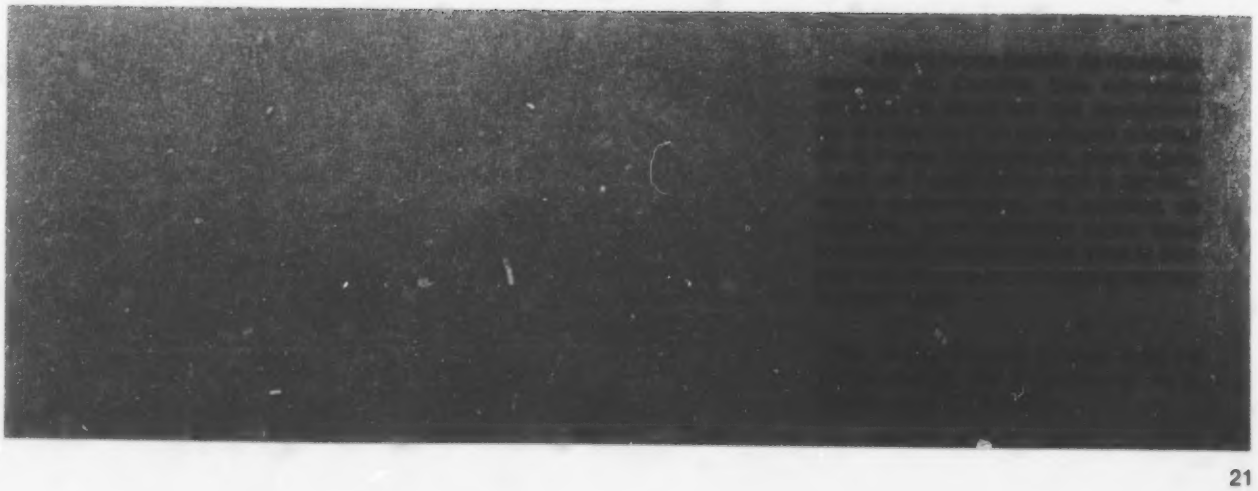


Balance commerciale négative des produits de haute technologie



« Les programmes de recherche et de développement sont importants, mais il ne faut pas s'y adonner exclusivement, en oubliant les autres politiques d'amélioration de la productivité, y compris l'adoption ou l'adaptation de progrès technologiques réalisés ailleurs. »

La Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada
(Commission Macdonald)



BÂTIR SUR DU SOLIDE

Le Conseil national de recherches est le fer de lance du gouvernement fédéral en matière de recherche et de développement dans les domaines des sciences naturelles et du génie. De tous les ministères et organismes fédéraux, seuls le CNRC, le Conseil de recherches médicales et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie affectent plus de 90 % de leurs budgets à la R et D: de ces trois, seul le CNRC exécute des travaux de R et D, les deux autres étant des organismes subventionnaires. Le ministère des Communications se classe au deuxième rang pour ce qui est de l'importance des affectations à la R et D, mais celles-ci représentent moins de 40 % de son budget. De tous les organismes gouvernementaux qui font de la R et D, le CNRC est le seul ayant reçu pour mandat général de concentrer ses efforts exclusivement sur la recherche et d'effectuer des travaux de recherche dans les domaines qui lui paraissent les plus prometteurs sur le plan du rendement. Le budget du Conseil représente environ 20 % des affectations du gouvernement fédéral à la R et D.

Quelles sont les activités du CNRC

L'examen de l'utilisation que fait le CNRC de ses ressources montre que cet organisme a mis en oeuvre une série d'activités plus spécifiques, déterminées par les domaines d'intérêt et les compétences de ses divisions, les interactions avec l'industrie et les universités et les travaux exécutés en collaboration avec d'autres organismes gouvernementaux. Les activités du CNRC portent sur des travaux de recherche sur:

- les systèmes et les processus biologiques
- les performances des machines et des structures mécaniques
- les systèmes de commande et les procédés automatisés
- les propriétés, les applications et le traitement des matériaux
- les normes et les méthodes de mesure
- des phénomènes fondamentaux
- la conception, la construction et la performance des bâtiments et des ouvrages de génie

Dans chacun de ces domaines, les activités comprennent des travaux de recherche fondamentale ou stratégique à long terme, des travaux de développement expérimental, l'entretien des installations nationales, l'exécution de projets entrepris conjointement avec des clients ou des associés ainsi que des services de consultation et d'information.

Le CNRC assure également:

- la diffusion de la technologie et l'exécution de programmes d'aide industrielle
- le fonctionnement de réseaux d'information et de données

La route à suivre

Le CNRC procède à une restructuration de ses programmes pour faire en sorte que les compétences existantes soient utilisées de la façon la plus efficace, compte tenu des circonstances nouvelles et difficiles que l'on connaît aujourd'hui. Étant donné que les ressources supplémentaires seront limitées, le CNRC ne pourra envisager des initiatives majeures dans des domaines où ses compétences sont inexistantes. Dans la majeure partie des cas, nous devrons utiliser les moyens dont nous disposons actuellement pour relever les défis qui se présenteront au cours des cinq prochaines années. Fort heureusement, mais ce n'est pas par hasard, ces moyens correspondent aux besoins présents et anticipés de la nation.

Pour ne citer qu'un exemple récent, on peut dire que, grâce à la réputation d'excellence qu'il s'est depuis longtemps acquise dans les domaines des sciences de la vie et des systèmes biologiques, le CNRC s'est vu confié un rôle prépondérant dans le programme national de R et D biotechnologiques. Il s'agit peut-être là des premiers efforts concertés du Canada pour tirer parti des possibilités que laisse entrevoir une technologie naissante.

Le programme sur la biotechnologie mis sur pied par le CNRC fait intervenir des participants de tous les secteurs de l'économie suivant une approche globale. Le Conseil appliquera de nombreuses caractéristiques de ce modèle à d'autres initiatives alors qu'il s'orientera vers un rôle de coordonnateur dans des domaines qui présentent une importance générale évidente, tels que les matériaux de pointe, les technologies de fabrication industrielle, et la science et le génie des microstructures.

Les programmes différeront entre eux par leur application détaillée. À l'heure actuelle, le programme sur la biotechnologie vise à favoriser la création au

Canada d'une industrie primaire pour développer la compétence en matière de biotechnologie. Il ne s'adresse pas encore aux industries qui achèteront éventuellement les produits de la biotechnologie. En ce qui concerne les programmes mis sur pied dans d'autres domaines technologiques, le degré de participation des utilisateurs éventuels et des fournisseurs potentiels variera suivant les circonstances.

Un effort de rattrapage

Les programmes gouvernementaux de grande envergure dans le domaine des technologies naissantes ne suffiront pas à eux seuls à résoudre les problèmes économiques du pays, bien qu'ils contribuent à créer d'importants réservoirs de connaissances. La relance économique dépend du succès des milliers d'entreprises qui feront leur apparition sur le marché et dont les résultats seront à peine ou bien supérieurs à ceux de leurs concurrents. Il est impératif de leur fournir l'aide dont elles ont besoin, que ce soit en matière de commercialisation, de production ou de R et D. Ce qui est important au sujet de la compétence du CNRC, c'est qu'elle s'appuie sur des technologies fondamentales très diversifiées ayant des applications dans un grand nombre d'industries différentes.

Le Conseil est en mesure d'aider de nombreuses entreprises oeuvrant dans des secteurs industriels importants où les produits importés accaparent une part démesurée du marché canadien. Cette part représente près de 80 % pour les instruments scientifiques et professionnels, dépasse 70 % pour les machines et l'équipement de transport, et atteint presque 40 % pour l'équipement électrique. Le déficit commercial annuel dans ces quatre secteurs seulement dépasse en moyenne 8 milliards de dollars. Le Canada devrait être capable de répondre à ses propres besoins dans une plus grande mesure et utiliser les moyens dont il dispose pour conquérir des marchés étrangers.

Dans d'autres secteurs, tels que les industries chimiques, des pâtes et papiers et des plastiques, on enregistre une croissance soutenue. Le Conseil pourrait aider ces industries à conserver et à améliorer leur situation.

Si le défi auquel le Canada fait face est grand, il existe toutefois des signes encourageants. Dans la plupart des secteurs mentionnés, la croissance des exportations a été plus rapide que celle des importations. L'industrie canadienne a la compétence et la volonté nécessaires pour devenir concurrentielle, et le CNRC a les moyens de l'aider à y parvenir. ■

LE MANDAT DU CNRC

La **Loi sur le Conseil national de recherches** (1966-67) investit le CNRC d'un mandat très large, dont voici la partie pertinente:

« Sans par là limiter les pouvoirs généraux qui lui sont conférés ou dévolus par la présente loi, le Conseil peut exercer les pouvoirs suivants, savoir:

a) sur l'approbation du gouverneur en conseil, d'établir des règlements pour la conduite de ses affaires;

b) diriger ses travaux par l'intermédiaire de son président;

c) entreprendre, aider ou encourager des recherches scientifiques et industrielles, y compris, sans restreindre la généralité de ce qui précède,

(i) l'utilisation des ressources naturelles du Canada,

(ii) des recherches dans le but de perfectionner les procédés et méthodes techniques employés dans les industries du Canada et de découvrir des procédés et des méthodes qui peuvent activer l'expansion des industries existantes ou le développement de nouvelles industries,

(iii) des recherches en vue de l'utilisation des déchets desdites industries,

(iv) l'étude et la détermination des unités et des modes de mesurage, y compris la longueur, le volume, le poids, la masse, la capacité, le temps, la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme et les autres formes d'énergie, et la détermination des constantes physiques et des propriétés fondamentales de la matière,

(v) l'unification et la certification des appareils et instruments scientifiques et techniques au service de l'État et à l'usage des industries du Canada, et la détermination des types de qualités des matériaux employés dans l'édification des ouvrages publics et des fournitures utilisées dans les diverses divisions du service de l'État,

(vi) à la requête de l'une quelconque des industries du Canada, l'étude et la typification des matériaux qui sont ou peuvent être employes dans les industries faisant cette demande, ou des produits de ces industries, et

(vii) des recherches dont l'objet est d'améliorer la situation agricole;

d) avoir la conduite et la direction ou la surveillance des recherches qui peuvent être entreprises, dans des conditions à fixer dans chaque cas, par ou pour des firmes industrielles particulières, ou par les organisations ou personnes qui peuvent désirer profiter des facilités offertes à cette fin;

e) consacrer à cette fin les crédits qui lui sont affectés par le Parlement ou les recettes issues de ses activités;

f) acquérir, par donation, legs ou autrement, des montants, titres ou autres biens, et dépenser, administrer ou aliéner tout semblable montant, titre ou autre bien, sous réserve des conditions s'il en est, auxquelles de tels montants, titres ou biens ont été donnés, légués ou autrement transmis au Conseil;

g) nommer les fonctionnaires scientifiques, techniques et autres qui sont proposés par le président, fixer la durée de leurs fonctions, énoncer leurs diverses attributions et, sous réserve de l'approbation du gouverneur en conseil, fixer leur traitement;

h) autoriser le président ou tout autre fonctionnaire du Conseil à nommer des personnes pour exercer des fonctions d'une nature provisoire pendant une période d'au plus six mois;

i) établir, diriger et conserver une bibliothèque scientifique nationale;

j) sous réserve de l'approbation du Ministre, publier et vendre ou par ailleurs distribuer la documentation scientifique et technique que le Conseil juge nécessaire;

k) poursuivre des travaux et la fabrication, à titre d'essai et de développement, en ce qui concerne les matières mentionnées aux alinéas c) et d), de manière à rendre les procédés, méthodes ou produits auxquels se rapportent lesdites matières, plus disponibles et efficaces dans les arts méca-

niques et la fabrication, ainsi que pour des fins scientifiques et autres;
l) autoriser par permis ou vendre, ou autrement concéder ou rendre accessibles à d'autres, des brevets d'invention canadiens ou autres, ou tous autres droits, attribués au Conseil ou possédés ou contrôlés par ce dernier, à quelque découverte, invention ou perfectionnement de méthode, procédé, appareil, machine, objet manufacturé ou composition de matière, ou s'y rattachant, et recevoir des redevances, droits et paiements en l'espèce; et
m) faire fonctionner et administrer tous les observatoires astronomiques établis ou entretenus par le gouvernement du Canada. »

La **Loi sur les poids et mesures**, qui donne au CNRC la responsabilité de l'entretien des étalons physiques nationaux, vient renforcer une partie de ce mandat.

LE PROGRAMME DE BIOTECHNOLOGIE DU CNRC

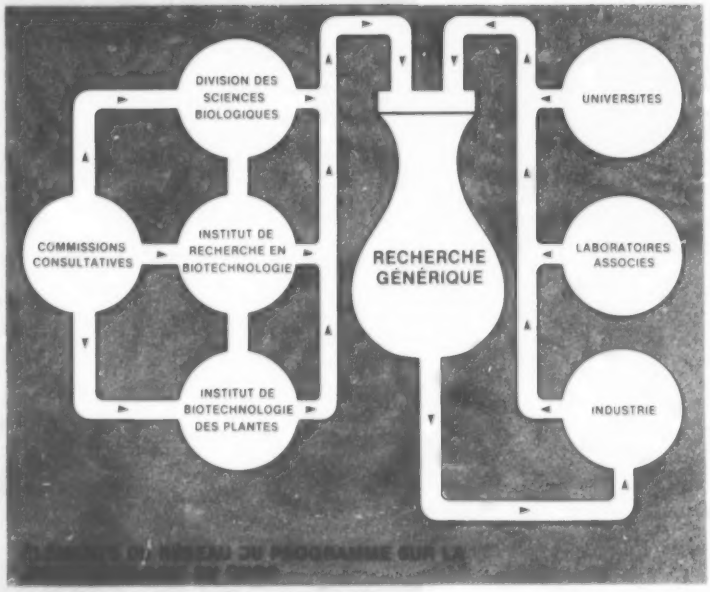
Le programme de biotechnologie du CNRC intègre la recherche de pointe créatrice et la mise au point d'innovations technologiques en vue de répondre aux demandes de l'industrie. Son objectif est d'établir, en collaboration avec l'industrie et les universités canadiennes, un programme de R et D national efficace s'appuyant largement sur le secteur privé. Il vise à favoriser l'essor industriel, à faciliter la commercialisation et à assurer la compétitivité des produits canadiens de biotechnologie.

Le programme regroupe les activités de recherches complémentaires de trois centres du CNRC: la Division des sciences biologiques, à Ottawa, l'Institut de biotechnologie des plantes, à Saskatoon, et l'Institut de recherche en biotechnologie, en voie d'établissement à Montréal. À eux trois, ces centres accueillent presque 600 scientifiques, ingénieurs et agents techniques, dont un grand nombre est constitué de chercheurs invités de l'industrie et d'autres organismes.

Les travaux de recherche sont de nature générique et sont coordonnés avec les programmes de transfert technologique du CNRC. Ils mettent l'accent sur la phase intermédiaire entre la recherche fondamentale effectuée dans les universités et son exploitation commerciale par l'industrie.

Chacun de ces trois importants centres de recherche a une envergure et une vocation nationales, mais les programmes de chaque centre reflètent les besoins régionaux. La disponibilité de ces installations constitue un facteur essentiel pour la poursuite d'un programme coordonné de recherche et de développement en biotechnologie.

On procède présentement à l'établissement d'ententes de collaboration regroupant les trois centres du CNRC, l'industrie, les universités et

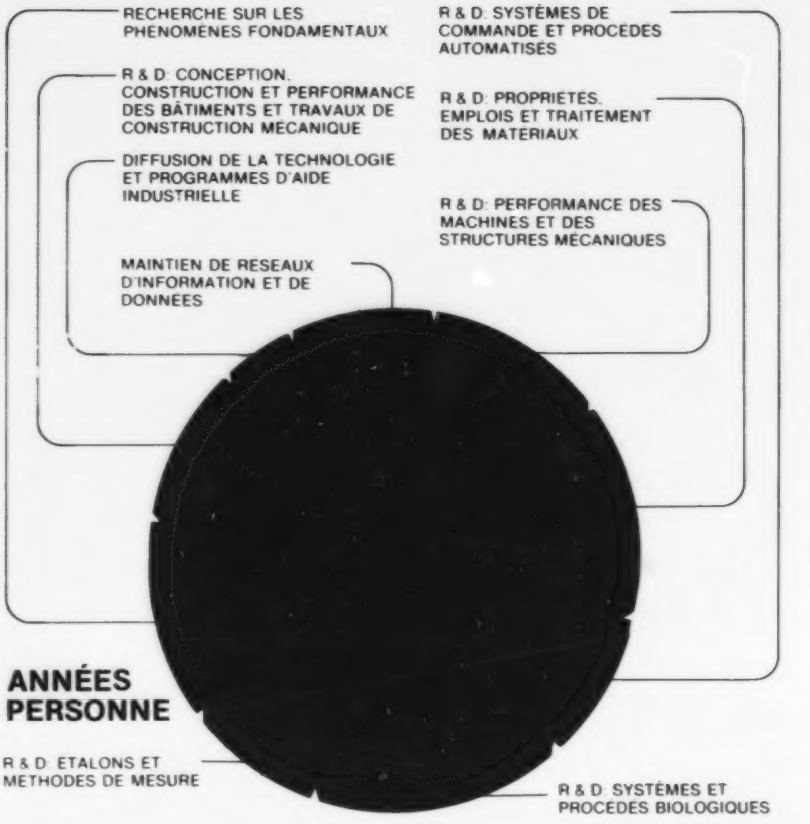


d'autres organismes de recherche gouvernementaux afin de concerter les efforts de recherche engagés dans certains secteurs de la biotechnologie. Ces réseaux sont conçus pour prendre en charge les projets de R et D que les industries ou les universités ne peuvent exécuter individuellement en raison de leur coût ou de leur degré de difficulté. Ce type d'intégration s'éloigne de l'approche traditionnelle préconisant le regroupement des activités de R et D et devrait engendrer un dynamisme nouveau.

Les divers projets de R et D font l'objet d'une évaluation par les pairs et d'une étude de rendement lors de réunions annuelles de planification des travaux. Le réseau de communications qui existe entre l'industrie, les universités et le CNRC est consolidé par des conférences annuelles sur la biotechnologie industrielle et des ateliers annuels organisés par le CNRC.

Distribution en pourcentage des ressources du CNRC par type d'activité

L'affectation des fonds aux diverses activités est moins uniforme que celle de l'effectif car les dépenses en capital comprennent des contributions faites à des exécutants de l'extérieur. Les programmes de diffusion technologique et d'aide industrielle, par exemple, versent 69 millions de dollars à des compagnies privées pour l'exécution de programmes de recherche approuvés, tandis qu'au titre de la « recherche sur des phénomènes fondamentaux » 27 millions de dollars sont affectés à l'installation TRIUMF et 2 millions de dollars au Télescope Canada-France-Hawaii. Dans d'autres secteurs, les dépenses représentent en grande partie les salaires et les dépenses de fonctionnement.



ANNÉES PERSONNE

DOLLARS

CE QUE FAIT LE CNRC

Activités	Sous-activités
R & D: systèmes et procédés biologiques	• Biotechnologie — mise au point de produits et procédés industriels • Biotechnologie — amélioration de variétés végétales, production de plantes et lutte antiparasitaire • Caractérisation et modélisation de systèmes biologiques complexes, comme les cellules vivantes, les protéines et les membranes
R & D: performance des machines et des structures mécaniques	• Machines industrielles • Moteurs et systèmes de propulsion • Véhicules routiers et ferroviaires, aéronefs et navires • Effets des vents et des vagues sur les structures côtières
R & D: systèmes de commande et procédés automatisés	• Automatisation industrielle et systèmes avancés de fabrication • Robotique et télémanipulateurs • Capteurs • Modélisation et simulation informatiques • Systèmes de navigation et de guidage aériens
R & D: propriétés, emplois et traitement des matériaux	• Métaux et alliages: — propriétés physiques et mécaniques, dégradation et usure — soudage, liaison et revêtements — procédés de fabrication • Non-métaux (polymères, fibres, composites et céramiques) — propriétés physiques et mécaniques, dégradation et usure — soudage, liaison et revêtements — procédés de fabrication • Semiconducteurs
R & D: étalons et méthodes de mesure	• Mise au point et entretien d'étalons physiques pour la mesure de l'électricité, du temps, de la température, de la longueur, de la masse, de la lumière, de la couleur, du son et des vibrations, et du rayonnement • Étalons chimiques • Détection de traces de gaz • Traitement de l'image et photogrammétrie
Recherche sur les phénomènes fondamentaux	• Interactions laser-plasma • Structure subnucléaire de la matière • Vitesses et mécanismes de réactions chimiques • Modèles mathématiques de processus chimiques et physiques • Spectres et structures de molécules • Sciences spatiales et astronomie
R & D: conception, construction et performance des bâtiments et travaux de construction mécanique	• Structure, conception, utilisation et performance des bâtiments et structures • Durabilité des matériaux de construction • Conservation de l'énergie, chauffage et ventilation • Éclairage et qualité de l'air • Bruits et vibrations • Effets environnementaux et géotechniques • Protection contre l'incendie • Élaboration de codes et de normes relatifs au bâtiment
Diffusion de la technologie et programmes d'aide industrielle	• Programme d'aide à la recherche industrielle • Programme des projets « Industrie-Laboratoires » • Publications des codes du bâtiment et des normes de construction • Publications techniques
Maintien de réseaux d'information et de données	• Services de bibliothèque • Bases de données accessibles par ordinateur • Publication de journaux scientifiques

S'ADAPTER AUX BESOINS

Cinq initiatives majeures en matière de recherche prendront corps au cours de la première année du plan. Chacune de celles-ci fait appel à une participation importante du CNRC et constitue un exemple de collaboration entre les différents secteurs de l'économie. Il n'empêche malgré tout que dans chaque cas on utilise une méthode différente pour créer les liens nécessaires entre les exécutants. Rien n'interdit d'appliquer là encore pour l'élaboration des dispositions administratives et la mise en place des rapports de travail qui conviennent le mieux aux partenaires et aux clients la même ingéniosité que celle que l'on a vue à l'oeuvre dans la mise au point des expériences de laboratoire. Il n'existe aucun schéma rigide préalable dans lequel chaque élément doit entrer à tout prix.

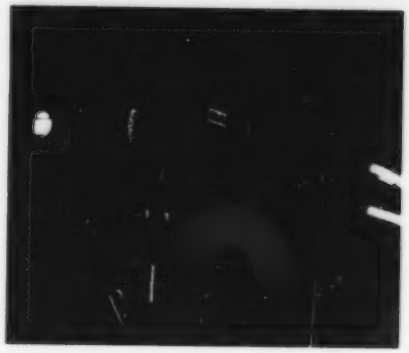
Ces cinq nouvelles initiatives sont les suivantes:

L'Institut de dynamique marine à St. John's

Le CNRC est le propriétaire de cette installation de 50 millions de dollars qui vient d'être construite sur le campus de l'Université Memorial. Les entreprises privées peuvent louer ces installations pour des périodes de durée variable et les utiliser pour leurs opérations commerciales, avec la seule réserve que le Conseil exercera le contrôle de la sécurité. Elles pourront également faire appel, contre rémunération, aux services du CNRC. Le CNRC mène ses propres programmes de recherche dans le bâtiment et collabore avec des partenaires universitaires ou industriels. Un contrat a été signé avec le gouvernement provincial pour la fourniture de certains éléments du programme. Le gouvernement a, à son tour, passé un contrat de sous-traitance avec une société provinciale, la compagnie Nordco, à la suite duquel cette dernière fournit environ le quart de l'effectif nécessaire.

L'Institut d'optique, à Québec

Cet institut appartient conjointement au gouvernement fédéral et au gouvernement du Québec. Une compagnie privée sera créée spécialement pour en assurer l'exploitation. La compagnie en question aura ses propres employés et un conseil d'administration nommé par les actionnaires et les deux gouvernements parrains. Le CNRC est chargé du contrôle de la construction, de l'acquisition de l'équipement et du recrutement des employés pour le compte du conseil d'administration. Le CNRC mettra également sur pied un programme de recherche complémentaire dans sa Division de physique et placera du personnel dans le bâtiment. L'institut devrait éventuellement devenir autonome grâce aux honoraires provenant de ses clients industriels.

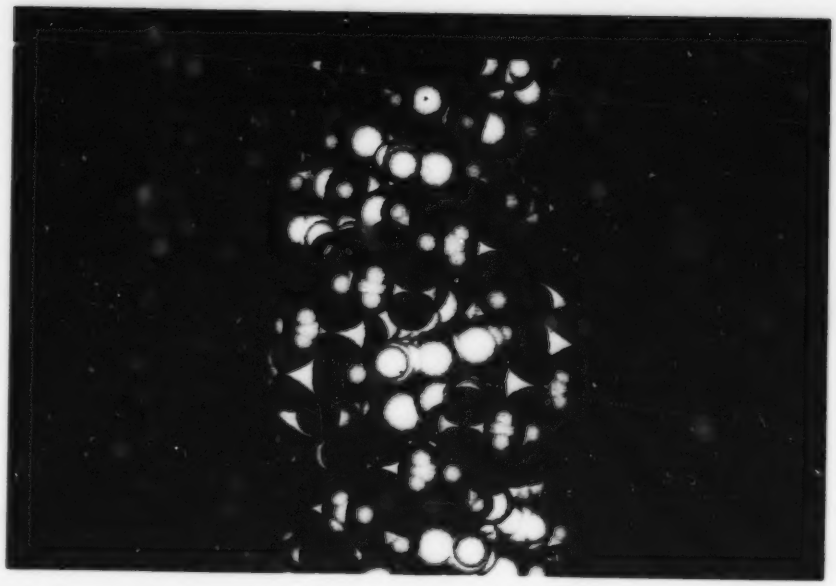


Le CNRC a mis au point des lasers scientifiques de pointe qui sont aujourd'hui largement utilisés dans l'industrie et dans le monde médical.

Les travaux de recherche du CNRC conduisent à la conception de modèles de navires adaptés à la navigation dans les eaux englacées.

L'Institut de recherche en biotechnologie, à Montréal

Cette installation de 60 millions de dollars qui doit prochainement ouvrir ses portes constitue la pierre angulaire d'un programme national qui est décrit ailleurs dans ce plan. Le bâtiment, dont le CNRC sera le propriétaire et assurera l'exploitation, accueillera environ 220 chercheurs du CNRC et 80 chercheurs invités de l'industrie, des universités et d'autres organismes. On procède actuellement à la mise en place d'un réseau de collaborateurs avec les universités et les organismes fédéraux et provinciaux. Un grand nombre de ces partenaires ont négocié des accords officiels qui leur donnent le statut de Laboratoires associés du CNRC.



Électrochimie

Cette installation sera mise en place conjointement par les gouvernements fédéral et du Québec. Le CNRC ne jouera aucun rôle dans la construction ou la gestion de l'installation en question mais mettra sur pied une équipe de chercheurs qui travaillera avec l'organisme chargé de son exploitation, en l'occurrence Hydro-Québec.

Science Place Canada, à Winnipeg

Le bâtiment et le terrain appartiennent au CNRC. Cette grande installation de trente millions de dollars bien équipée accueillera des équipes de chercheurs du CNRC, du Conseil de recherches du Manitoba, de l'Université du Manitoba, et de compagnies du secteur privé. Un groupe de travail multisectoriel a été constitué pour déterminer la façon dont le bâtiment devrait être géré pour être en mesure de dresser un plan commercial et proposer des dispositions de financement pour les frais d'exploitation.

La participation du CNRC aux efforts scientifiques et technologiques nationaux revêt bien d'autres formes. C'est ainsi qu'il assure la presque totalité du budget annuel de l'installation de recherche sur la physique des particules TRIUMF, à Vancouver, mais en laisse par contre l'exploitation presque exclusivement entre les mains des quatre universités qui en assurent le parrainage. À l'autre extrémité du spectre, le CNRC possède en propre des souffleries à Ottawa, dont il assure l'exploitation et se fait verser des honoraires pour les travaux de recherche et essais qu'il fait pour le compte de ses clients de l'industrie. Finalement, ce qui est important ce n'est pas de savoir qui possède quoi, ni qui fait fonctionner quoi, mais que le travail se fasse de la façon la plus avantageuse possible pour le Canada.

« Les caractéristiques essentielles de l'effort fait par l'industrie canadienne en R et D, en 1982, sont les suivantes:

- 1 296 firmes se sont engagées dans des activités déterminées en R et D; 379 de ces firmes étaient sous contrôle étranger.
- 231 entreprises ont dépensé plus d'un million de dollars en R et D.
- La contribution des entreprises purement canadiennes s'est élevée à 57 % des dépenses en R et D dans l'industrie; les entreprises sous contrôle étranger ont contribué aux 43 % restants.
- 71 % du financement de R et D dans l'industrie ont été fournis par les entreprises et quelque 13 % (les exonérations d'impôt exclues) ont été fournis par le gouvernement fédéral ou par les gouvernements provinciaux.
- Le rapport moyen entre la R et D et le chiffre de ventes a été de 1,2 %, soit une augmentation de 50 % sur le chiffre de 1975. Ce rapport a augmenté aussi bien pour les firmes sous contrôle étranger que pour celles purement canadiennes. En tant que groupe, les firmes purement canadiennes tendent à dépenser davantage en R et D relativement aux ventes, que ne le font les firmes sous contrôle étranger.
- Le rapport R et D/ventes a été le plus élevé dans les industries aéronautiques, celles de l'équipement en communications et dans les services d'ingénierie. L'industrie de l'équipement en communications compte pour 28 % environ en R et D industriels, 12 % vont aux puits pétroliers et aux produits du pétrole et 10 % aux avions et aux pièces de rechange. »

Extrait du rapport de la *Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada* tiré du document intitulé Statistiques sur la recherche et le développement industriels (1982), publié par Statistique Canada

UN EXCELLENT POINT DE DÉPART

Le Conseil national de recherches excelle dans beaucoup de domaines. Il fournit aux communautés industrielle et scientifique des installations nationales de classe internationale, allant des grandes installations d'ingénierie, comme les soufflèries et les bassins d'essais de carènes, aux installations scientifiques, comme les radiotélescopes et les télescopes optiques pour l'astronomie.

Il assure la garde et l'entretien des étalons physiques nationaux du Canada — comme ceux de temps, de masse et de longueur, par exemple —, offre des services d'étalonnage liés à ces étalons et met au point des méthodes nouvelles et sophistiquées pour mesurer ces derniers.

Les services de bibliothèque et d'information qu'offre le Conseil sont aussi exhaustifs que n'importe quel autre service semblable dans le monde, et le taux des demandes satisfaites est exceptionnel. L'Institut canadien de l'information scientifique et technique maintient un réseau de contacts avec d'autres bibliothèques qui lui permet de satisfaire à plus de 90 % des demandes en l'espace de cinq jours ouvrables.

Le CNRC a la réputation, qui est excellente, de ne pas hésiter à entreprendre et de réussir à mener à bon terme de vastes et complexes projets d'ingénierie; le Canadarm et l'investigation technique du désastre de l'*Ocean Ranger* en sont deux exemples récents. Si le Canada décide de prendre part au projet de la station spatiale des États-Unis, la participation du Conseil sera probablement très importante; ce dernier effectue présentement les études de définition et de conception de la contribution éventuelle du Canada à ce projet.

Le Conseil a de nombreux clients, pas seulement des entreprises industrielles (grandes et petites), mais également des universités et d'autres ministères gouvernementaux. Les ministères des Transports, de l'Agriculture, de la Santé et du Bien-être social, de la Défense nationale, de l'Environnement, des Pêches et des Océans, et de l'Énergie, des Mines et des Ressources comptent beaucoup sur les compétences du CNRC pour les aider à remplir leurs mandats ou pour les soutenir dans leurs fonctions normatives, et collaborent avec lui à l'élaboration de programmes qui se complètent. Les connaissances techniques de base qui sont utiles à l'industrie s'appliquent souvent tout autant aux besoins des ministères gouvernementaux qui s'efforcent de résoudre des problèmes d'importance nationale. Le Conseil met actuellement la dernière main à des ententes formelles avec plusieurs de ces ministères, ententes qui préciseront les dispositions qui auront été prises et les responsabilités de chaque participant.

Le Conseil a toujours joué un rôle central dans l'infrastructure scientifique nationale et accordé beaucoup d'importance aux préoccupations et besoins régionaux du Canada. Il a en effet commencé à construire des laboratoires régionaux dans les années 1940; il possède maintenant des laboratoires dans sept des dix provinces et a toujours maintenu d'étroits rapports de travail avec les organismes provinciaux.

Le Conseil continuera à remplir tous les engagements cités et à servir ses divers clients. Son rôle national est particulièrement important maintenant que l'on favorise une participation accrue du gouvernement provincial et que l'on accorde une attention plus grande aux intérêts régionaux dans de nombreuses initiatives scientifiques fédérales. Le statut d'autonomie du Conseil, sa présence régionale et la réputation qu'il a de faire des évaluations scientifiques impartiales lui assignent un rôle qu'aucun autre organisme gouvernemental ne peut jouer.

Comment s'y prendre

Le besoin naturel de renouvellement et de croissance économiques se traduit par de nouvelles attentes à l'égard du CNRC. Celui-ci doit maintenant montrer le même engagement, la même ingéniosité et la même attention aux détails pour la diffusion que pour l'avancement des connaissances. Le transfert de ses connaissances techniques n'a pas été mis à rude épreuve par le passé, mais il y a des indices que le CNRC peut répondre à ces nouvelles attentes. Nombre d'utilisateurs des services du CNRC ont noté une nette amélioration dans l'interaction du Conseil avec l'industrie au cours des dernières années. Le Conseil continuera à améliorer l'application de ses programmes jusqu'à ce qu'il jouisse de la même réputation d'excellence dans ce domaine que dans les autres domaines.

Il est important que tous les clients, les partenaires et les membres du personnel soient conscients de la détermination du CNRC d'exercer son rôle pour faire de la recherche et du développement un instrument de reprise économique et un élément reconnu de bien-être économique.

Notre pays doit mettre au point des technologies qui répondent aux besoins canadiens et veiller à ce que les connaissances technologiques pertinentes soient mises à la disposition de ceux qui en ont besoin. La participation du Conseil à cet effort national exigera de cet organisme qu'il soit actif, ouvert et à l'écoute des besoins de l'industrie et de l'économie.

Le reste de ce plan concerne surtout les changements que le CNRC devra faire pour améliorer sa contribution au progrès technologique de l'industrie canadienne. ■

UN INVESTISSEMENT QUI RAPPORTE

Le CNRC a recours à un certain nombre de mécanismes internes pour évaluer sa performance. Tous les programmes du CNRC font l'objet d'une évaluation périodique afin de déterminer leur utilité et les avantages réels qu'ils apportent à leurs clients ou au public.

Chaque élément de programme fait l'objet d'une évaluation formelle à l'intérieur d'un cycle de quatre ans. Le premier de ces cycles n'est pas encore terminé, ce qui signifie que certains éléments n'ont pas encore été examinés. Les deux rapports décrits ci-dessous sont parmi les premiers à nous parvenir. Ils couvrent des activités qui représentent quelque 35 % des dépenses du CNRC.

La contribution de ces activités à l'économie canadienne est habituellement calculée en termes de dollars. On peut toutefois estimer leur apport potentiel à la création d'emplois si on retient que cet argent est dépensé et que chaque dollar se retrouve éventuellement dans la poche de quelqu'un sous forme de salaire. Le salaire moyen au Canada se chiffrant à environ 21 600 dollars, chaque million de dollars injecté dans l'économie équivaut donc à environ 46 emplois créés.

Les dividendes

Une récente étude portant sur l'évaluation des programmes du CNRC examinait minutieusement la contribution technique de ses laboratoires à l'innovation et au développement industriels.

Plus de 500 compagnies ont répondu à deux enquêtes par questionnaire visant à déterminer les effets d'une année d'interactions officielles et officieuses entre les laboratoires et les compagnies opérant au Canada. Globalement, l'équipe investigatrice a découvert qu'au cours de ladite année, le nombre des interactions entre les laboratoires et l'industrie a presque atteint 17 000.

Les compagnies ont indiqué que l'aide apportée par les laboratoires a permis la circulation d'une technologie et de connaissances précieuses qui ont contribué de façon sensible à la mise au point de nouveaux produits et services, à un accroissement de la productivité et, finalement, à un accroissement des recettes et des bénéfices. Plus de 80 % des compagnies consultées ont déclaré qu'elles avaient acquis de la technologie et que cette technologie avait été ou serait appliquée.

Les laboratoires du CNRC ont, quant à eux, également trouvé qu'ils avaient tiré un bénéfice considérable de leurs tractations avec l'industrie. Ils ont en particulier trouvé qu'ils avaient amélioré leur connaissance des problèmes industriels et appris l'existence de travaux de recherche utiles ou concurrents à l'extérieur du CNRC. D'une façon générale, le personnel de laboratoire a déclaré être enthousiasmé par ces interactions et satisfait des effets qu'elles ont eus sur l'avancement de leur carrière.

Mais ces enquêtes ont également montré qu'il y avait encore de la place pour de l'amélioration. Tout en se déclarant satisfaites des résultats obtenus, certaines compagnies ont critiqué la façon dont le CNRC dispense son assistance. Leur sentiment est qu'il existe plus de technologie que le CNRC est capable d'en transférer et que, dans certains cas, la réaction des laboratoires était trop lente. Les compétences du CNRC ont été jugées insuffisantes dans le domaine de l'électronique de pointe. D'autre part, les compagnies qui n'avaient pas encore eu de contacts avec le CNRC se sont avérées mal informées sur les services ou programmes qu'il offre. La plupart d'entre elles auraient souhaité être mieux informées.

En avoir pour son argent

Les compagnies qui ont signé des contrats de R et D avec le CNRC (à l'exclusion de ceux conclus par le canal du Bureau du développement industriel) tablaient sur des recettes supplémentaires de plus de 800 millions de dollars et sur un accroissement de leurs exportations d'environ 350 millions de dollars au cours des cinq années suivantes. Ces gains étaient associés à de nouveaux produits et services découlant de leurs travaux contractuels, bien qu'il ait été difficile de déterminer exactement la part pouvant être attribuée directement à la technologie du CNRC. Ces compagnies envisageaient également la création de 1 350 nouveaux emplois dans les six années suivantes.

Le reste des compagnies couvertes par l'étude ont reçu leur information et l'assistance voulues des laboratoires par le canal de contacts informels. Des entrevues conduites avec seulement vingt de ces compagnies et suivies d'études comptables indépendantes ont révélé que plus de 65 millions de dollars de recettes ou d'économies d'exploitation supplémentaires pouvaient être attribuées à l'assistance fournie par le CNRC et que des rentrées additionnelles d'environ 350 millions de dollars pouvaient être attendues au cours des cinq années suivantes. Les compagnies en question ont généralement tiré « un bénéfice » des conseils fournis par le CNRC dans un délai de trois années au maximum. Lesdites compagnies ont par ailleurs indiqué que plus de 260 emplois avaient été créés à la suite de leurs tractations officieuses avec le CNRC.

L'étude a permis d'arriver à la conclusion que les bénéfices retirés par l'industrie de l'ensemble de ses interactions a de beaucoup dépassé les quelque 68 millions de dollars (comprenant les salaires et presque l'équivalent de sept millions de dollars en contrats) qu'il en a coûté aux laboratoires pour fournir leur aide.

Un atout indispensable

Une autre étude d'une durée de six mois a récemment été effectuée sur l'élément « recherche sur les problèmes d'importance économique et sociale »; cet élément représentait, au cours de l'année considérée, 15 % des dépenses du CNRC. Il englobe de nombreux projets auxquels participent différentes divisions du CNRC dans des domaines comme le bâtiment et la construction, l'énergie, la santé et les transports.

Un groupe d'étude du CNRC a procédé, en collaboration avec un consultant en gestion de l'extérieur, à une revue détaillée des clients du CNRC ainsi qu'à des entrevues personnelles avec certains clients et gestionnaires de recherche clés du CNRC; il a également effectué des études de cas portant sur plus d'une trentaine de projets particuliers.

Les résultats ont indiqué un degré élevé de satisfaction chez les clients en ce qui concerne l'exécution et la qualité du travail fait par le CNRC. Presque tous ont jugé que leur collaboration avec le CNRC avait engendré des avantages importants soit pour eux directement, soit pour le public.

Avantages

Les clients ont fréquemment mentionné les avantages qu'apportent des idées et des connaissances nouvelles. La plupart ont jugé que la participation du CNRC avait amélioré leurs compétences technologiques, aidé à résoudre des problèmes de recherche ou de production, donné une nouvelle direction à leurs propres activités de R et D ou contribué à la mise au point de nouveaux produits ou procédés. De tels avantages se traduisent souvent par des gains économiques directs, soit sous forme de bénéfices accrus ou d'une réduction des coûts de production.

Outre les avantages apportés à des intérêts privés, on a également identifié de nombreux avantages pour la société ou pour des secteurs entiers de l'industrie. En plus d'avantages économiques comme une réduction du coût au consommateur, on a relevé des avantages intangibles comme des vies humaines sauvées, des accidents évités ou une amélioration de la santé des gens.

Les études de cas ont indiqué que huit projets du CNRC avaient déjà, à eux seuls, engendré des avantages économiques totalisant environ 320 millions de dollars, et les projections laissent entrevoir un montant presque équivalent pour l'avenir.

Dans l'ensemble, le secteur d'activités du CNRC portant sur des problèmes d'importance économique ou sociale apporte à divers organismes ou secteurs industriels et à la société canadienne en général des avantages qui se chiffrent à plus de 300 millions de dollars par année.

Les chiffres

L'équipe responsable de cette étude a reconnu que l'évaluation des avantages découlant des activités du CNRC uniquement en termes de dollars ne donne qu'une idée approximative de leur véritable valeur. Dans de nombreux cas, des avantages tels que des vies humaines sauvées ou des accidents évités ne peuvent être chiffrés en dollars. Dans d'autres cas, il était difficile de procéder à une évaluation exacte. Ainsi, certains chiffres fournis par les clients peuvent avoir été surestimés ou mal comptabilisés. De plus, ces évaluations s'appuient sur les réponses d'environ un quart seulement des clients qui ont fait l'objet du sondage. Tout bien considéré, l'équipe a conclu que la valeur en dollars assignée à ces avantages constituait une évaluation modeste des montants qui auraient pu être obtenus si tous les clients avaient répondu. Le rapport du groupe d'étude a recommandé que les laboratoires du CNRC soient amenés à considérer, lorsqu'ils travaillent avec des clients, l'évaluation des avantages économiques et sociaux comme partie intégrante des projets.

L'effet net

Les données de cette étude ont été jugées représentatives de la plupart des activités du CNRC liées à d'autres éléments de programme. De façon générale, les clients voient le CNRC comme un organisme impartial, non partisan et indépendant qui emploie un personnel de niveau supérieur et effectue des travaux de classe internationale. Mais il y a clairement de la place pour des améliorations, particulièrement au niveau des procédés administratifs et de gestion du CNRC.

Plusieurs des recommandations du groupe d'étude ont déjà été prises en compte dans les changements organisationnels décrits de façon explicite et implicite à l'intérieur du plan.

Une des préoccupations majeures demeure la mise au point de méthodes efficaces pour mesurer l'impact économique des activités du CNRC et, en particulier, ses activités de recherche à long terme. Le problème est clair, mais il n'est pas particulier au CNRC.

« Le défi pour le Canada est non seulement de trouver des moyens de dominer la vague actuelle d'innovations technologiques, mais, étant donné l'accélération du rythme de changement, nous devons également trouver des moyens de devancer la vague d'innovations technologiques. Pour y arriver, notre système industriel doit être flexible et doit pouvoir rapidement s'auto-ajuster. »

Extrait du rapport de la *Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada* (Commission Macdonald) tiré du mémoire du 6 septembre 1983 de l'Association des manufacturiers canadiens.

INSTALLATIONS NATIONALES

Le CNRC assure l'exploitation d'un certain nombre d'installations scientifiques et techniques canadiennes importantes pour appuyer la R et D dans des domaines désignés de nécessité et de priorité nationales. Les installations de cette nature sont généralement très coûteuses à construire et à entretenir; leur coût élevé interdit aux compagnies dont les besoins, quoique importants, sont intermittents, d'en posséder en propre de semblables.

Le Conseil met ses installations et ses compétences professionnelles considérables à la disposition de ses clients industriels (en particulier des fabricants), gouvernementaux, universitaires et des divers organismes canadiens et étrangers. Elles sont également utilisées par le CNRC pour ses propres travaux de recherche intra-muros.

La plupart des installations techniques du CNRC sont situées à Ottawa ou à proximité et comprennent:

Des souffleries

Équipement:
Sept souffleries de tailles et de vitesses variées
Généralement utilisé pour
• l'étude de nouveaux types d'aéronefs et de composants
• l'exécution d'études de génie éolien appliquées aux bâtiments et aux ponts
• l'établissement des profils éoliens en milieu urbain
• l'étude de la traînée aérodynamique des véhicules de surface comme les camions et voitures

Installations d'essais en vol

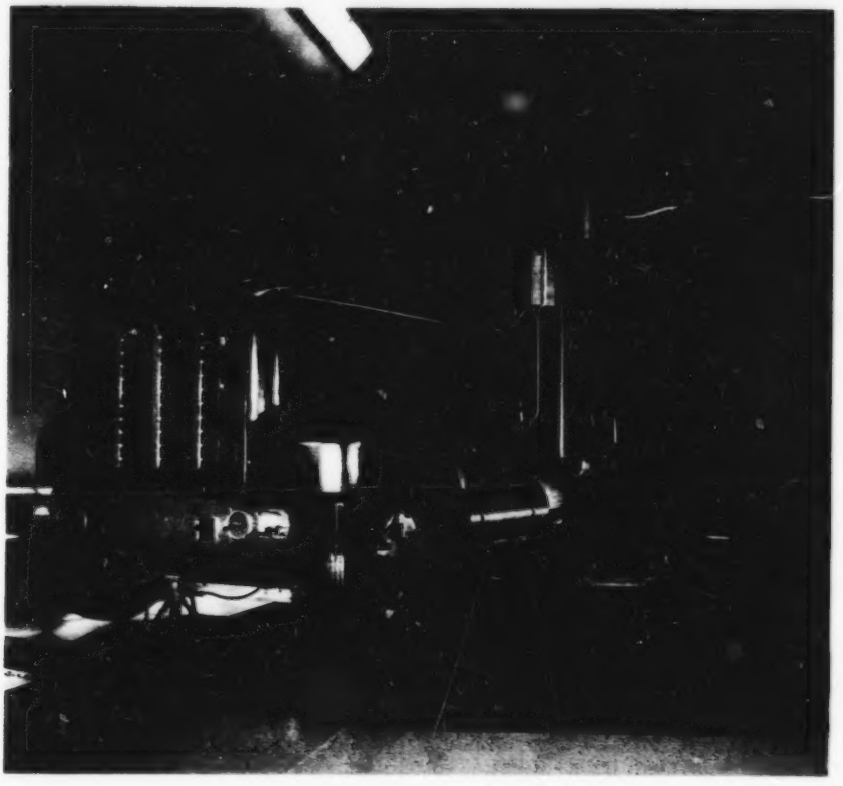
Équipement:
Aéronefs pour études atmosphériques; aéronefs pour la télédétection et l'étude des systèmes de navigation; simulateur volant pour l'étude de la mécanique du vol
Généralement utilisé pour
• Simuler la performance de certaines caractéristiques de nouveaux types d'avions
• étudier les conditions d'exploitation dangereuses des aéronefs
• étudier la turbulence et autres conditions atmosphériques
• essayer les systèmes de navigation

Installations d'essais ferroviaires

Équipement:
Installations d'essais aux vibrations; châssis d'essais en compression des véhicules; rampe d'essais aux impacts; simulateur de courbes de voie ferrée (en cours de mise au point)
Généralement utilisé pour
• améliorer la performance des locomotives, du matériel roulant et des équipements
• réduire l'usure, les dommages au fret et la fréquence des déraillements.

Installations d'essais maritimes

Équipement:
Ottawa: bassin d'essais des carènes, bassin de manoeuvres, tunnel hydrodynamique à cavitation
St. John's (1986): bassin d'essais des carènes dans des conditions de glace, bassin d'essais des carènes en eaux libres de glace, équipement de fabrication informatisée de maquettes; ateliers
Généralement utilisé pour
• faciliter la conception, la mise au point et la construction de navires et de structures fixes appelés à être utilisés dans ou sous les eaux englacées.
• procéder à des essais sur modèles de navires et de structures fixes
• faire de la recherche dans le domaine de la propulsion et des manoeuvres marines, de la tenue à la mer, de l'hydrodynamique, de l'environnement océanique et des techniques de modélisation de l'environnement arctique.



Étude de l'effet du vent sur les gros camions semi-remorques.

Installations d'essais de dynamique des gaz

Équipement:
Installations de production d'air comprimé et d'exhaure, installations de combustion, tunnel de propulsion et chambre d'essais en altitude
Généralement utilisé pour
• étudier la dynamique des gaz de température élevée dans les machines
• mettre au point et essayer des éléments de turbines à gaz
• mettre au point et essayer du matériel et des moteurs aéronautiques, marins et ferroviaires

Installations hydrauliques

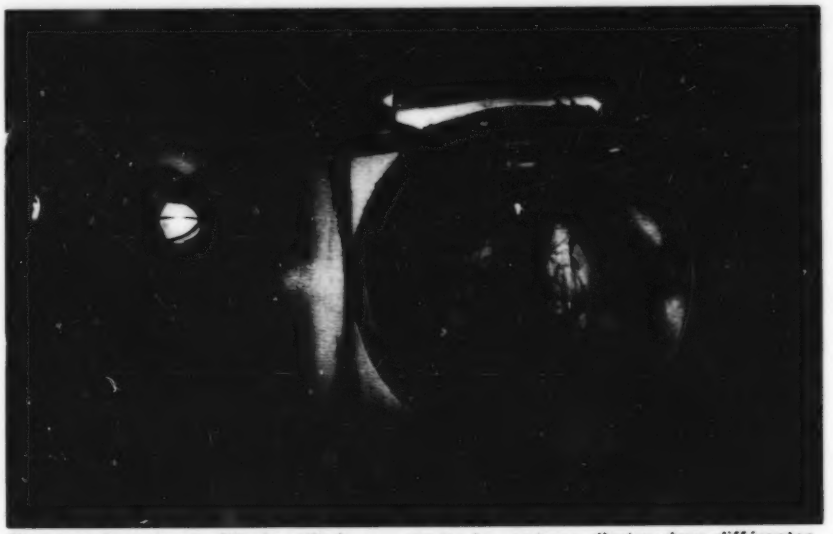
Équipement:
Bassin de génération de vagues en eaux profondes, chenal de génération de vagues côtières
Généralement utilisé pour
• essayer des modèles de structures d'ingénierie océanique en conditions côtières et océaniques simulées
• étudier l'érosion et l'ensablement littoraux
• déterminer l'effet des vagues et des courants sur les brise-lames et autres installations portuaires.

Installations d'essais aux basses températures

Équipement:
Chambre d'ingénierie climatique, installation d'essais au givrage des hélicoptères, tunnel d'essais au givrage
Généralement utilisé pour
• les essais aux basses températures des équipements de transport, y compris les éléments constitutifs d'aéronefs
• essayer les systèmes de dégivrage installés sur les hélicoptères

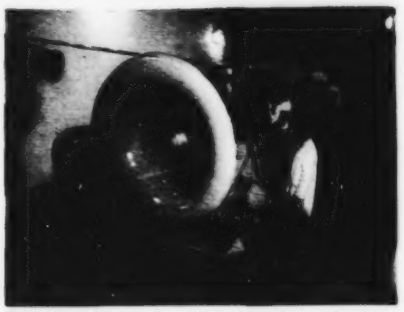
Installations d'essais des moteurs

Équipement:
Cellule étalonnée d'essais des turbines à gaz, cellule d'essais au givrage des moteurs, cellule d'essais anéchoïque
Généralement utilisé pour
• assurer le monitorage et améliorer la performance des turbines à gaz d'aviation
• mesurer la poussée, la consommation de carburant, l'effet des nuages givrants sur la performance en vol et les niveaux de bruit en exploitation.
• Simuler les conditions de vol.



Chambre d'essais en altitude utilisée pour tester les moteurs d'avion dans différentes conditions.

La rampe d'essai au givrage des hélicoptères du CNRC. Les appareils volent dans un épais brouillard de cristaux de glace pour déterminer l'effet de l'accumulation de givre sur les pales.



Des chercheurs du laboratoire des moteurs du CNRC évaluent la performance d'un réacteur F404, qui équipe les avions CF18, au moyen d'une cellule d'essais étalonnée.

Installations consacrées aux sciences spatiales

Couvrant les activités suivantes:
• coordination et planification des activités relatives aux sciences spatiales aux niveaux national et international
• fourniture d'instruments et de systèmes scientifiques pour les vols à bord de la navette spatiale et sur des satellites lancés par d'autres pays.

Station de recherche sur l'incendie

Équipement:
Tour de dix étages, grande structure d'essais de type hangar, espaces réservés aux servitudes d'ateliers
Généralement utilisé pour
• procéder à des études à l'échelle grandeur sur l'amorce et la propagation du feu et de la fumée dans les maisons, les maisons mobiles et les bâtiments de grande hauteur
• tester l'efficacité des matériaux ignifuges et des systèmes d'extinction

Aux installations d'ingénierie du Conseil s'ajoutent plusieurs installations scientifiques qui sont gérées directement par le CNRC ou qui bénéficient de subventions gouvernementales dispensées par son entremise.

Installations acoustiques

Généralement utilisées pour
• faire de la recherche sur la reproduction du son et sur l'ouïe humaine
• les essais et l'étalonnage des haut-parleurs haute-fidélité.

Observatoires

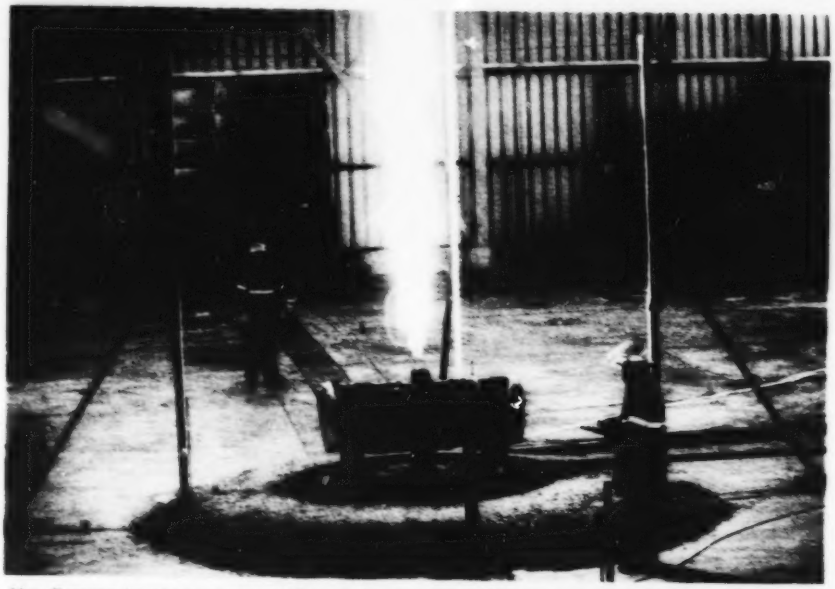
Toutes les installations comprennent des spectrographes, des ordinateurs et d'autres équipements pour la recherche en astrophysique. Un observatoire, situé à Victoria, dispose de trois télescopes optiques utilisés pour étudier la lumière d'origine stellaire. Les radiotélescopes situés sur les terrains du CNRC à Penticton et dans le parc Algonquin servent à la détection et à l'analyse des ondes radio provenant de l'espace.

Télescope Canada-France-Hawaii (subventionné)

Cet important observatoire optique, un des meilleurs du monde, est situé à Hawaii et géré par une compagnie au sein de laquelle le CNRC représente le Canada. Les deux autres membres, la France et Hawaii, ont assumé les coûts de sa construction avec le Canada et partagent maintenant avec lui les frais d'exploitation et les temps d'observation du télescope.

Tri-University Meson Facility/TRIUMF (subventionnée)

TRIUMF est un centre de classe internationale voué à la recherche dans le domaine de la physique des énergies intermédiaires et des disciplines connexes. Située sur le campus de l'U.C.B., à Vancouver, cette installation est exploitée conjointement par l'Université Simon Fraser et les Universités de Victoria, de Colombie-Britannique et de l'Alberta. Le CNRC fournit des fonds pour son exploitation, son entretien et son expansion.



Une flamme de gaz propane s'échappe de ce wagon-citerne reproduit à l'échelle, à la Station expérimentale de recherche sur les incendies située près d'Ottawa. Ce test fait partie d'une étude portant sur les moyens de combattre un violent incendie.

Le soleil se lève sur le sommet dénudé du Mauna Kea, à Hawaii, site du Télescope Canada-France-Hawaii.

LA JUSTE MESURE

Chaque mesure fait appel à une norme ou à un étalon. Certains étalons sont d'usage quotidien: c'est grâce aux étalons physiques de temps et de longueur que les horloges indiquent la même heure d'une ville à l'autre et que les mètres ont la même valeur partout au Canada. D'autres normes, moins connues, permettent d'améliorer notre environnement et de le rendre plus sûr. Citons, par exemple, le Code national du bâtiment et le Code national de prévention des incendies, deux documents de base de l'industrie canadienne de la construction.

Plusieurs divisions de recherche du CNRC se partagent la responsabilité du maintien des normes et étalons, et travaillent au perfectionnement d'un large éventail de normes canadiennes.

Le maintien des étalons s'applique surtout à la base canadienne des mesures physiques, telles que la masse, la longueur, le temps et la température. Ces quantités sont dérivées d'instruments de précision (étalons primaires) conservés dans les laboratoires du CNRC, où ces étalons sont établis et vérifiés, puis mis à la disposition des utilisateurs canadiens.

En sa qualité de gardien national des étalons et normes, le CNRC est bien équipé pour s'acquitter de plusieurs fonctions liées à la métrologie, la science des mesures. Il joue le rôle de « station-service » métrologique pour l'industrie et le gouvernement canadiens et fournit des services d'étalonnage de haute précision pour divers instruments de mesure.

Les mesures faites sur les étalons primaires canadiens sont comparées aux mesures prises dans des laboratoires semblables de plusieurs autres pays industrialisés. Cette participation internationale assure l'uniformité et la cohérence des étalons physiques partout dans le monde.

La recherche visant à perfectionner les étalons et normes constitue un aspect tout aussi important des travaux d'un laboratoire oeuvrant dans le domaine de la métrologie. Il s'agit de mettre au point de nouveaux instruments et de nouvelles techniques pour consolider des normes existantes et d'étudier des phénomènes qui pourraient conduire à de meilleures normes, totalement nouvelles. De tels travaux témoignent du fait que les méthodes de mesure les plus au point et les plus modernes peuvent se démoder subitement.

En somme, beaucoup de laboratoires du CNRC font un effort considérable pour perfectionner les normes relatives à l'électricité, au génie, à la construction et à la sécurité des moyens de transport. Les modifications envisagées à ces normes doivent être soumises à une évaluation et à des essais pratiques et rigoureux. Les changements n'entrent en vigueur qu'après la réussite de ces expériences. Dans toutes les disciplines, les travaux du CNRC dans le domaine des normes sont étroitement coordonnés avec ceux des comités canadiens des normes.

« Le développement et la croissance de notre économie dépendent de nos ressources humaines, naturelles et en capital, ainsi que de la technologie qui en fait usage. Il y a aussi cependant deux autres facteurs critiques dont dépend notre bien-être économique: la réunion de tous ces éléments pour former une entreprise productive, ce qui est l'essence même d'une entreprise, ainsi que le processus constant de l'organisation et de la gestion efficaces de chacun de ces éléments. »

Extrait du rapport de la *Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada* (Commission Macdonald)

« L'incroyable odyssée »

Quelques instants avant le lever du Soleil, le matin du 5 octobre 1984, la navette spatiale Challenger illumine le ciel du Kennedy Space Center, en Floride. Pour les millions de personnes qui à travers le Canada ont assisté à cet événement historique à la télévision, ce fut un moment inoubliable. À peine huit minutes après le décollage, Marc Garneau tournait autour de la Terre à bord de Challenger et devenait ainsi le premier Canadien à aller dans l'espace.

Au cours de ses huit jours passés en orbite, il a exécuté une série d'expériences canadiennes portant sur la technologie spatiale, les sciences spatiales et les sciences de la vie. Huit mois auparavant, Garneau et cinq autres membres de l'équipe d'astronautes canadiens choisis parmi plus de quatre mille candidats arrivaient au CNRC pour commencer leur entraînement, participer à la conception des expériences et les préparer pour l'espace. Aucun autre pays n'était parvenu à accomplir un tel travail en si peu de temps.

L'équipe d'astronautes canadiens travaille actuellement de concert avec les chercheurs du gouvernement et des compagnies industrielles pour préparer les prochaines expériences canadiennes, celles relatives au système de vision spatiale du CNRC et un important ensemble d'expériences portant sur les sciences de la vie. Le prochain astronaute canadien effectuera sa mission vers la fin de 1986.

La technologie relative au système de vision spatiale a été mise au point dans les laboratoires du CNRC pour donner au Canadarm un sens de la vue artificiel. Lorsqu'il sera monté à bord de l'étage orbital de la navette et, plus tard, sur une station spatiale, il fera appel à une combinaison de source lumineuse, de caméras de télévision et d'ordinateurs pour renseigner les astronautes sur la position et l'orientation exactes d'un satellite, et ce, automatiquement et presque instantanément. Cette capacité améliorera considérablement la sécurité et l'efficacité de la capture, de la mise en soute, de la réparation et de l'assemblage des satellites, et en même temps permettra d'exécuter ces opérations plus rapidement.

Avant même d'avoir fait ses preuves dans l'espace, cette technologie cybernétique de pointe a déjà fait l'objet d'une licence accordée par le CNRC à l'industrie. Diffracto Limited, de Windsor, et General Motors Canada travaillent en effet à son adaptation à une chaîne de montage d'automobiles.

Quelques instants avant le lever du soleil, le matin du 5 octobre 1984, la navette spatiale Challenger illumine le ciel du Kennedy Space Center, en Floride. Ce fut un moment inoubliable pour les millions de personnes qui, à travers le Canada, ont assisté à cet événement historique à la télévision. À peine huit minutes après le décollage, Marc Garneau tournait autour de la Terre à bord de Challenger et devenait ainsi le premier Canadien à aller dans l'espace.

Une allonge exceptionnelle

Depuis sa première incursion spatiale en 1981, le *Canadarm* a participé à de nombreuses missions de la navette. Il a été utilisé pour mettre à poste ou récupérer des satellites et a pris part à des réparations en orbite qui comptent parmi les plus complexes et les plus spectaculaires qui aient jamais été entreprises.

Ce bras robot, qui constitue la contribution de 110 millions de dollars du Canada au programme spatial américain, a été conçu et construit par une équipe industrielle canadienne dirigée par le CNRC et par Spar Aérospatiale Limitée. Cet investissement a doté le Canada d'une technologie qu'il a lui-

même mise au point et sur laquelle il pourra s'appuyer pour des développements futurs.

Sur terre, les ingénieurs adaptent la technologie des télémanipulateurs au travail dans des environnements aussi dangereux que ceux que l'on trouve dans les réacteurs nucléaires et les mines. Spar a déjà vendu trois bras supplémentaires à la NASA pour sa flotte de navettes. Des variantes du Canadarm seront peut-être installées sur la future station spatiale américaine au début des années 1990. Leur mise au point conduirait à des progrès majeurs dans le domaine de l'automatisation et de la robotique.

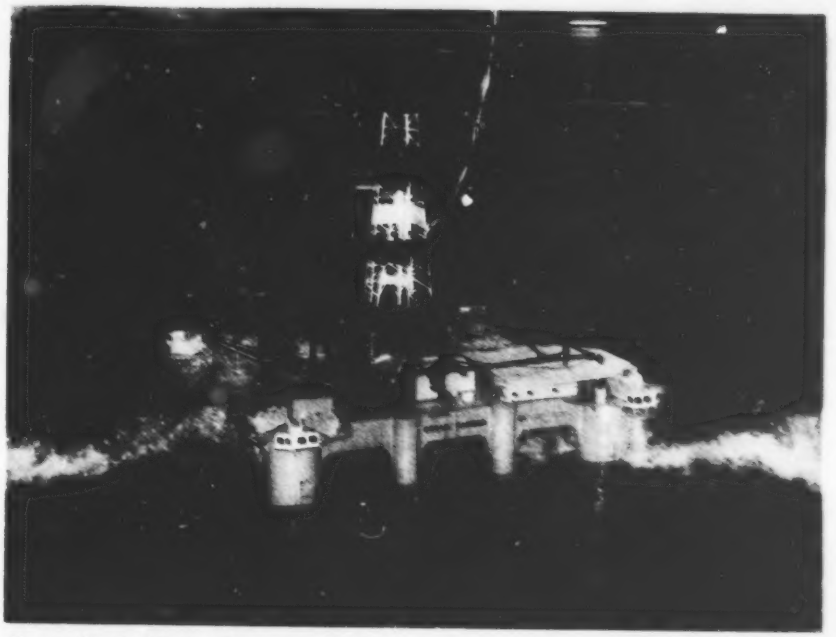
Au fil des ans, un investissement avisé du gouvernement canadien dans une industrie spatiale nationale orientée vers l'exportation a contribué à la mise au point d'un produit qui s'avère un succès commercial. En se spécialisant et en réussissant à se ménager un créneau sur les marchés internationaux, l'industrie réalise un chiffre d'affaires qui dépasse maintenant le montant des sommes investies par le gouvernement dans son programme spatial. Il n'existe pas beaucoup d'autres pays qui peuvent se vanter d'avoir obtenu un résultat identique.

Faire des vagues

Pour exploiter les gisements de pétrole et de gaz naturel sous-marins en eaux profondes, il faut être prêt à faire face à un environnement particulièrement difficile et souvent imprévisible. Soucieux d'approfondir leurs connaissances sur les conditions régnant *in situ*, les scientifiques et les ingénieurs du CNRC soumettent aux rigueurs de tempêtes simulées des modèles à l'échelle de plates-formes de forage fixes et de structures semi-submersibles, ainsi que d'îles artificielles destinées aux forages d'exploration.

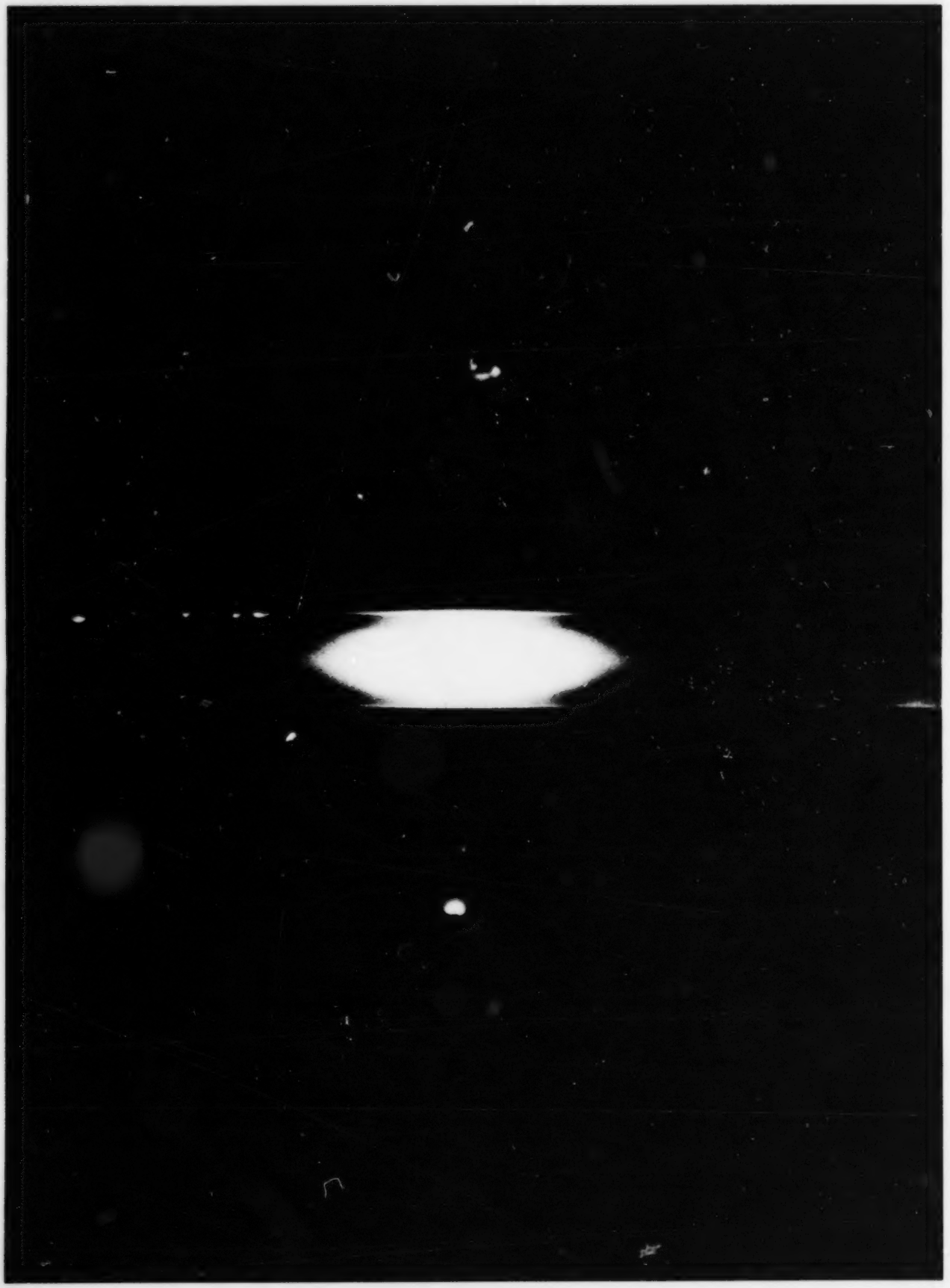
C'est ainsi qu'une structure de cette nature, en fait un modèle du malheureux Ocean Ranger qui a sombré au large de Terre-Neuve en février 1982, a été soumise à une série d'essais dans un bassin d'essais en eaux profondes. En simulant les effets du vent et des vagues sur la structure, les chercheurs ont pu se faire une idée plus précise des conditions qui ont conduit au désastre.

Le bassin d'essais en eaux profondes du CNRC qui a été utilisé pour ces essais est équipé de générateurs de vagues et de commandes informatisées de pointe pour reproduire les mouvements apparemment chaotiques et complexes des vagues en haute mer.



Un modèle de l'Ocean Ranger est balloté sur une mer houleuse simulée dans le bassin d'essais en eaux profondes du CNRC.

Pour réaliser des simulations encore plus précises, les laboratoires travaillent actuellement à la mise au point de techniques de simulation éolienne plus perfectionnées et d'un nouveau type de générateur de vagues qui focalisera celles-ci dans différentes directions. Les nouveaux systèmes de génération de vagues seront utilisés par les chercheurs à Ottawa et dans les bassins d'essais des carènes et de tenue à la mer de l'Institut de dynamique marine du CNRC à St. John's.



UN NOUVEL ÉQUILIBRE

Le CNRC accroîtra le nombre de projets entrepris conjointement avec des partenaires extérieurs pour tirer parti des ressources intellectuelles et techniques de ses clients et pour accroître la pertinence de ses propres activités de recherche.

Le Conseil encouragera et coordonnera également la participation commune de l'industrie, des universités et des organismes de recherche fédéraux et provinciaux à des programmes majeurs. Chacune de ces communautés a quelque chose de différent à offrir: les universités représentent la plus importante source de compétences scientifiques et techniques au Canada; l'industrie est le plus grand utilisateur de la science et de la technologie; et les organismes de recherche provinciaux répondent aux besoins régionaux et se spécialisent dans la recherche appliquée à court terme.

La contribution du CNRC à cet amalgame sera la perspective d'une recherche à long terme à l'échelle nationale et le cadre administratif nécessaire à la coordination des programmes multisectoriels. Les laboratoires du CNRC poursuivront leurs travaux de recherche fondamentale jusqu'au point où ils seront utiles à l'industrie et aux provinces. Le succès des initiatives présentes et futures du CNRC dans des domaines comme la technologie de la fabrication, les sciences des microstructures et la biotechnologie dépendra dans une large mesure de la coopération multisectorielle.

Structure des laboratoires

Le Conseil modifie la structure de ses laboratoires pour faire face à l'importance accrue accordée à la diffusion de la technologie. Les activités sont canalisées dans quelques domaines génériques qui constituent la base d'une large gamme d'applications.

Jusqu'à tout récemment, la plupart des **divisions** du CNRC étaient organisées en **sections** de dix à vingt personnes, dont trois à sept scientifiques. Pour arriver à un meilleur équilibre entre ses activités de recherche et de diffusion de la technologie, le Conseil se servira de plus en plus d'unités de taille intermédiaire entre celle d'une division (qui comprend généralement deux cents personnes) et celle d'une section. Chaque unité portera le titre de **Laboratoire** (avec un sujet générique spécifique) et aura un mandat explicite stipulant qu'elle doit se consacrer à la recherche, au développement et aux applications dans le domaine spécifié par son titre. Le chef de chaque laboratoire sera responsable de tous les aspects du programme dont il aura été chargé, ainsi que des rapports journaliers avec les clients.

Les laboratoires constitueront des unités au sein des divisions existantes, ces dernières pouvant comprendre chacune trois ou quatre laboratoires. Le chef de la division coordonnera les programmes de laboratoire, les services administratifs centraux offerts aux laboratoires par la division, l'affectation des ressources aux laboratoires de sa division, l'établissement et la négociation des programmes et des projets conjoints avec les clients, et l'élaboration des grandes orientations des programmes conformément aux politiques du CNRC.

Le système évoluera probablement vers des groupes plus importants (de six à huit laboratoires) ayant des programmes apparentés, et, par conséquent, vers moins de divisions. Chacun de ces groupes de laboratoires représentera un programme majeur du CNRC couvrant tous les aspects de la recherche, de la recherche fondamentale au transfert technologique en passant par le développement expérimental. Les programmes auront chacun leur propre **Commission** consultative, dont les membres seront issus de la communauté des clients et des partenaires du CNRC, et qui proposera de nouvelles orientations et conseillera la division en ce qui concerne les approches et les objectifs proposés par le CNRC.

La plupart des projets d'un laboratoire auront des clients clairement identifiés, qui auront exprimé de l'intérêt pour le projet en question et qui seront disposés à y contribuer, ne serait-ce que par des consultations et leurs commentaires.

La nouvelle structure devrait offrir un cadre de travail plus approprié pour définir les priorités, fixer des objectifs stratégiques et des buts pour les unités d'organisation. Il devrait en résulter des critères d'évaluation mieux définis.

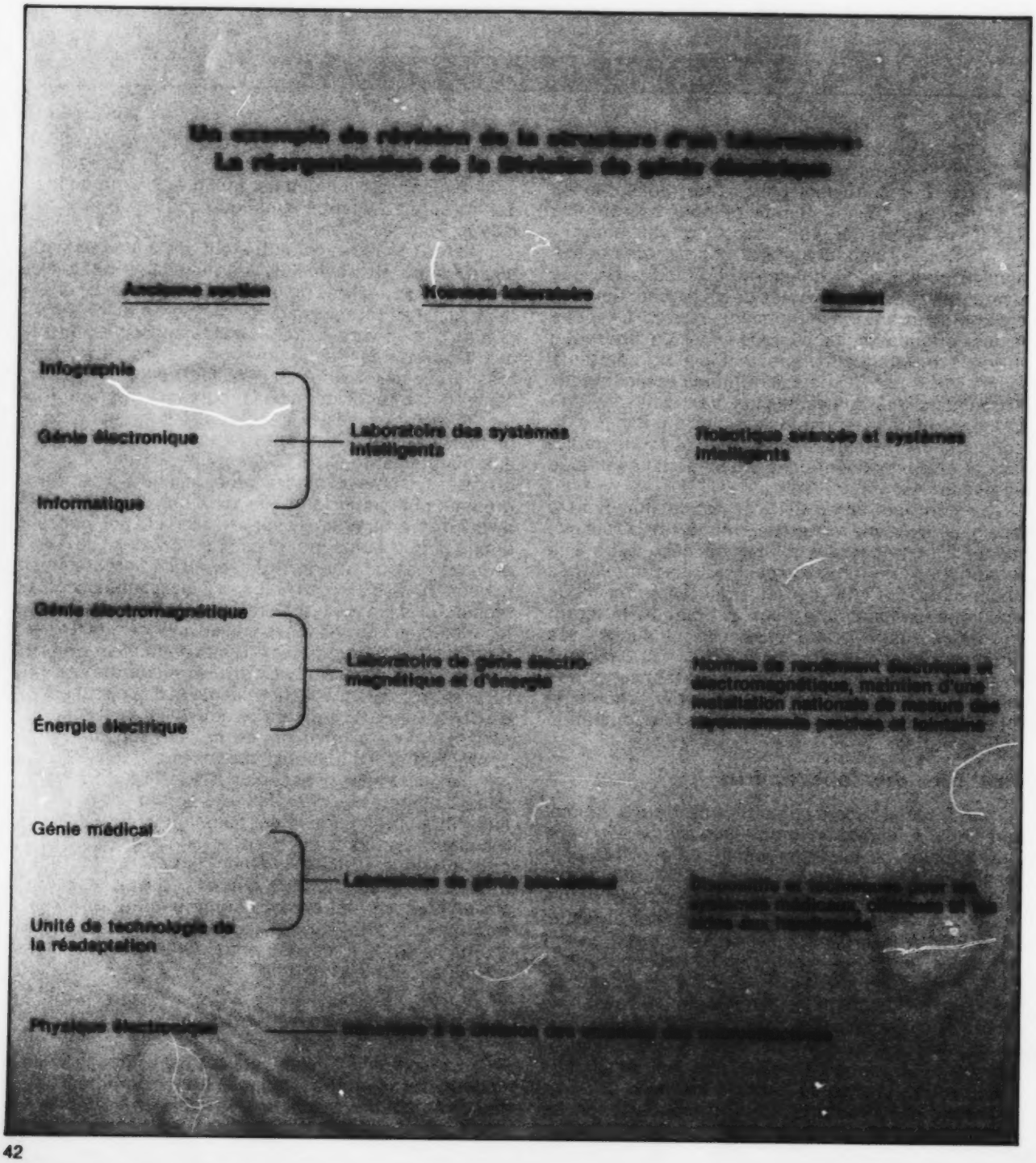
Recherche fondamentale

La recherche fondamentale, c'est celle que seule la curiosité scientifique pousse à entreprendre, indépendamment des mandats des programmes. Même à une époque où les ressources deviennent rarissimes,

il faut récompenser et encourager la véritable excellence. Malgré les restrictions financières actuelles, le Conseil continuera d'affecter une partie de ses ressources au soutien de scientifiques exceptionnels pour des projets de recherche fondamentale qui débordent le cadre des mandats habituels des programmes.

Recettes

Conformément aux politiques du gouvernement, le Conseil étudiera de quelle façon augmenter les recettes provenant de l'utilisation de ses installations nationales ou de la prise de brevets ou de l'octroi de licences pour ses inventions et ses technologies.■



IMAGINER ET CRÉER

Les nouvelles connaissances et inventions et le savoir-faire technique novateur existent en abondance dans les laboratoires du CNRC. Il existe beaucoup d'exemples récents d'applications de leurs compétences.

Corrosion

Les scientifiques utilisent les électrons, les rayons X et les ions pour essayer de comprendre dans le moindre détail les processus chimiques et physiques qui interviennent à l'échelle atomique au niveau des couches superficielles des métaux pendant la corrosion. Ces travaux de recherche fournissent des nouvelles données sur la façon dont le sel influence l'amorce de la corrosion par piqûre et préparent la voie à suivre pour instituer des mesures préventives plus efficaces contre la corrosion.

Synthèse des gènes

Le génie génétique a conduit à la synthèse du gène qui code pour la proinsuline humaine, chaîne moléculaire géante composée de 279 unités chimiques. Cette réussite sur le plan de la synthèse des gènes constitue un pas de géant vers la production d'insuline humaine pure à l'aide d'agents bactériens. La compagnie qui a obtenu une licence pour fabriquer de l'insuline sous licence estime que les ventes annuelles d'insuline pure de synthèse atteindront plusieurs millions de dollars au cours des dix prochaines années.

Recherche sur l'antioxydation

Les scientifiques du CNRC ont réussi à identifier et à comprendre les mécanismes chimiques de la détérioration par oxydation des matières inorganiques et organiques. Ils ont ainsi pu mettre au point, pour retarder l'oxydation des aliments, des huiles comestibles et des plastiques, des méthodes et des produits qui se traduisent par d'importants avantages commerciaux et économiques.

Aides techniques pour les handicapés

Le CNRC a mis au point et transféré à l'industrie en vue de leur commercialisation de nombreuses aides pour les handicapés. Pour ne citer que quelques exemples, mentionnons: un appareil à balayage électronique pour aider les aveugles à déterminer la dénomination du papier-monnaie et une chaise roulante de conception nouvelle pour les personnes gravement handicapées.

Mélange pour la réparation des nids-de-poules

Le CNRC a mis au point un nouveau mélange plus facile à travailler, plus durable et ayant une meilleure adhérence.

Réchauffeur de plasma à micro-ondes

Ce réchauffeur permet d'économiser un temps précieux lors d'urgence en réchauffant le plasma sanguin plus rapidement qu'avec le bain-marie classique.

Amélioration des procédés de barattage

Grâce à deux nouveaux procédés, on peut non seulement fabriquer un beurre meilleur marché mais qui peut s'étaler aux températures de réfrigération. Ces procédés permettront au beurre de concurrencer les substituts artificiels et ceci devrait se traduire par des avantages économiques pour les fermiers et l'industrie laitière.

Durée de conservation des produits laitiers et non laitiers

Des travaux du CNRC ont conduit à la mise au point d'aliments laitiers et non laitiers ayant une durée de conservation dépassant trois mois sans réfrigération.

Le détecteur d'explosifs

Au cours des récentes visites du pape et de la reine, les agents de la GRC et de la police locale se sont servi d'un renifleur d'explosifs extrêmement sensible conçu au CNRC. Ce détecteur est composé d'un chromatographe gazeux qui prélève des échantillons d'air et détermine la concentration des différents gaz qu'il renferme. Il a la capacité exceptionnelle de détecter avec rapidité et de façon fiable des traces de vapeurs chimiques à des concentrations très faibles (de l'ordre de quelques parties par trillion).

Cet instrument, qui réagit à l'odeur de substances explosives que même les chiens ne peuvent déceler, permet à l'escouade antibombes de détecter la présence de bombes dissimulées dans des valises sans qu'il soit nécessaire de les ouvrir. La compagnie Scintrex Ltd., de Toronto, procède actuellement à la commercialisation de ce dispositif à travers le continent nord-américain en s'adressant principalement à des services de sécurité et aux compagnies de transport aérien.

Les chercheurs du CNRC poursuivent leurs travaux dans ce domaine, concentrant leurs efforts sur la mise au point d'un détecteur de narcotiques et sur le perfectionnement de la technologie nécessaire pour l'identification de substances toxiques.

L'ADN recombinant

La technologie de l'ADN recombinant est à la base du génie génétique et permet aux scientifiques de fabriquer des gènes à partir de produits chimiques courants puis d'induire des micro-organismes tels que des bactéries et des levures à les traduire en protéines importantes. Son champ d'application est très vaste, allant de la création de nouvelles variétés d'organismes végétaux et animaux à la fabrication de produits thérapeutiques de grande valeur.

Cette technologie a été en partie mise au point au CNRC où des scientifiques ont réussi à induire des bactéries à produire de l'insuline humaine.

Mais les travaux de recherche

dans ce domaine ne se limitent plus à la production d'insuline. À l'aide de « synthétiseurs de gènes », instruments importants des laboratoires de génie génétique du CNRC, il est possible de créer toutes sortes de gènes qui peuvent être par la suite introduits dans des bactéries, des levures ou d'autres organismes.

Les généticiens du CNRC ont dépassé les frontières du génie génétique; ils se dirigent actuellement vers le « génie des protéines » et travaillent à la fabrication sur commande de nouvelles enzymes. Ce domaine intéressant qui en est encore à ses premiers pas s'appuie en grande partie sur la technologie de l'ADN recombinant. Son exploitation représente pour le CNRC un investissement à long terme en matière de recherche et de développement et laisse entrevoir des retombées intéressantes pour les industries alimentaires, forestières et de traitement des déchets ainsi que pour le secteur pharmaceutique et chimique.

La technologie de l'agglomération sphérique

Au terme de 20 années de travaux de recherche fondamentale, des scientifiques du CNRC ont réussi à séparer et à récupérer de très petites particules de charbon à l'aide d'un procédé appelé l'« agglomération sphérique ».

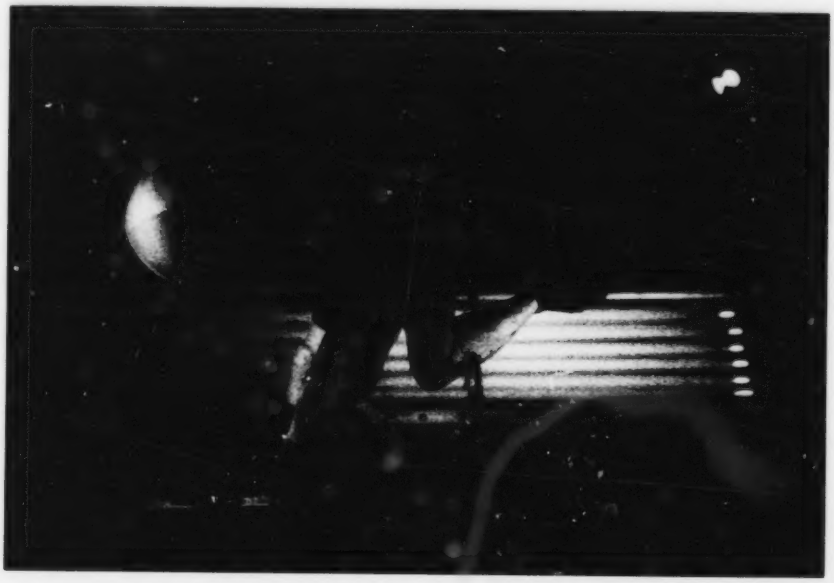
Ce procédé permet de séparer des mélanges en provoquant l'agglomération d'un ou de plusieurs de ses composants en pastilles sphériques qui se séparent facilement du milieu.

L'industrie se sert de cette technologie pour la récupération et la purification des fines de charbon (particules trop petites pour être traitées) ainsi que pour la récupération du pétrole des sables bitumineux de l'Alberta. Trois entreprises canadiennes et deux américaines ont déjà reçu une licence pour l'exploitation commerciale de la technologie mise au point au CNRC.

La première installation commerciale de récupération de fines de charbon, qui a été construite près de Sydney, en Nouvelle-Écosse, est déjà opérationnelle. À la lumière des résultats satisfaisants obtenus avec une installation pilote mobile par une usine de traitement du charbon de l'État de Virginie, une autorisation de principe a été donnée pour la construction d'une seconde usine. On prévoit également le lancement de nouveaux projets pilotes ainsi que la mise sur pied d'usines opérant à l'échelle commerciale.

Cette technique d'agglomération sphérique trouve également des applications dans d'autres procédés industriels tels que la fabrication de supports à catalyseurs sphériques, de billes de roulements et de pointes améliorées pour les stylos à bille.

Des projets à l'échelle pilote ont démontré l'intérêt de la technologie relative à l'agglomération sphérique.



Le champion de ski alpin Steve Podborski démontre sa forme dans le laboratoire d'aérodynamique des faibles vitesses du CNRC.

Souffleries

Depuis les premiers balbutiements de l'aviation, la performance des avions est évaluée en soufflerie.

Le CNRC exploite à titre d'installations nationales sept souffleries dont les dimensions vont d'une soufflerie équipée d'une veine d'essais de 9 m de diamètre à des installations beaucoup plus petites dont le diamètre n'atteint que quelques centimètres. Plusieurs modèles de la fusée Black Brant, de Bristol, le Challenger, de Canadair, et le Dash-8, de De Havilland, pour ne nommer que ceux-là, ont été essayés au CNRC.

Au cours de ces dernières années, les souffleries du CNRC ont également servi à des études beaucoup plus « terre-à-terre ». Les chercheurs étudient en effet les effets du vent sur les ponts, les bâtiments, les automobiles, les camions, les trains, et même sur des villes entières. Des modèles à l'échelle du pont Lions' Gate de Vancouver, du Stade olympique de Montréal, du centre urbain d'Ottawa, et du bâtiment de 58 étages de la Commerce Court, de Toronto, ont été essayés pour déterminer les effets que le vent aurait sur leur structure. Même l'équipe olympique canadienne se prête à des essais en soufflerie pour essayer de minimiser la traînée et ainsi gagner quelques secondes dans les compétitions en descente.

Des circuits intégrés améliorés

Jusqu'à tout récemment, les fabricants de circuits intégrés ne disposaient d'aucun moyen pour vérifier le bon fonctionnement des puces qu'ils assemblaient avant qu'elles ne soient achevées et mises à l'épreuve, ce qui présentait un sérieux inconvénient car environ 50 % d'entre elles s'avéraient défectueuses. Mais cette incertitude commence à disparaître.

Des chercheurs du CNRC collaborent avec la compagnie Northern Telecom, firme multinationale d'origine canadienne, à la mise au point d'une technique spectroscopique qui aiderait à déterminer la qualité d'une puce au cours des étapes initiales de la fabrication. Ils font appel à la « spectroscopie Raman laser » pour examiner la structure interne des puces. Cette technique permet de révéler la nature et l'emplacement des atomes qui s'y trouvent, propriétés qui déterminent la qualité de la puce.

La compagnie Northern Telecom envisage d'utiliser cette technique pour identifier les puces défectueuses au cours des premières opérations de montage. Ceci lui permettrait de les retirer à temps des chaînes de montage et éliminerait ainsi les frais supplémentaires occasionnés par des travaux de finition inutiles. Cette compagnie travaille également en étroite collaboration avec le CNRC en vue d'appliquer les résultats de ses travaux à l'établissement de spécifications pour la fabrication de circuits intégrés.

La magie des plantes

C'est en « trompant la Nature » que les scientifiques de l'Institut de biotechnologie des plantes du CNRC obtiennent de nouveaux résultats. À l'aide des méthodes que la biotechnologie met à leur portée, ils sont actuellement en mesure de contourner les voies de croisement ordinaires et, en fait, tous les processus commandés par la sélection naturelle. Ces nouvelles techniques laissent entrevoir d'énormes possibilités d'application pour l'industrie, l'agriculture et la médecine.

On fabrique de la codéine à partir de cultures de cellules de pavot.

Des efforts dynamiques sont déployés en vue d'isoler des cellules végétales qui produisent des composés utiles, de les cultiver dans des fermenteurs, puis de recueillir les produits qu'elles synthétisent. Récemment, ce laboratoire a démontré pour la première fois au monde la faisabilité de la synthèse de codéine à l'aide de cultures cellulaires. La production de codéine, alcaloïde dérivé de l'opium, demande habituellement la culture de quantités de plantes considérables suivie d'un procédé d'extraction complexe. Mais, des chercheurs du CNRC ont découvert un raccourci qui leur a permis de cultiver des cellules géantes de pavot capables de produire de la codéine directement. Ce procédé a déjà été breveté au Canada, au Japon et au Royaume-Uni et des brevets sont en instance dans d'autres parties du monde.

Le laboratoire applique maintenant son expérience à la synthèse de deux autres alcaloïdes, la vincristine et la vinblastine, qui sont des agents chémothérapeutiques importants utilisés pour le traitement du cancer. À l'heure actuelle, ces alcaloïdes sont extraits des feuilles de la plante tropicale du nom de pervenche et coûtent respectivement 5 000 et 8 000 dollars le gramme. Mais, étant donné le coût élevé et les difficultés que représentent les méthodes d'extraction courantes, la production de ces substances à l'aide de cultures cellulaires, aussi coûteuse qu'elle soit, pourrait être concurrentielle. Pendant que les travaux de recherche dans ce domaine se poursuivent, le CNRC travaille en collaboration avec une entreprise canadienne de biotechnologie, la compagnie Allelix Inc., en vue de déterminer la possibilité d'exploiter à l'échelle commerciale ce nouveau processus de production d'alcaloïdes.

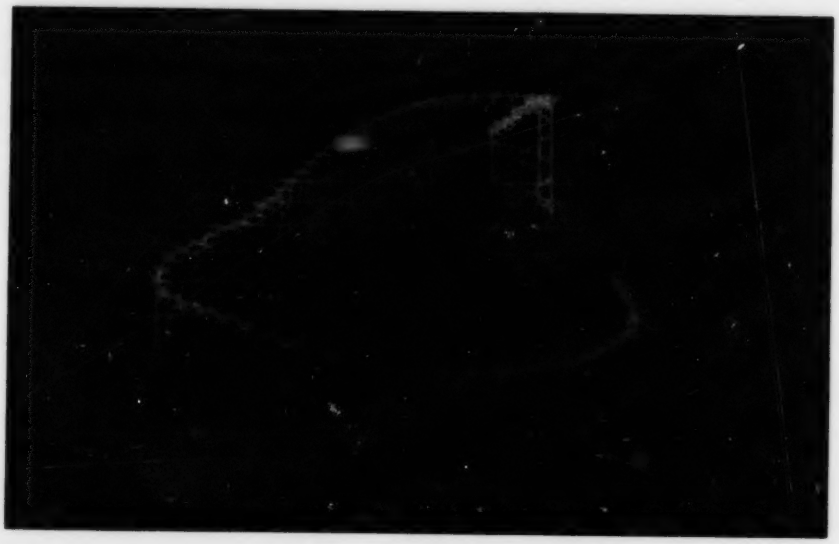
Le diagnostic des accidents d'aéronefs

Grâce à de puissantes techniques de simulation mises au point dans les laboratoires du CNRC, les chercheurs peuvent recueillir des données vitales sur les événements qui ont conduit à un accident d'avion dans les heures qui suivent la récupération des enregistreurs de vol. Conséquemment, le Centre de dépouillement des enregistreurs de vol du Conseil est en mesure de mettre entre les mains des investigateurs les renseignements dont ils ont besoin dans les délais les plus rapides, renseignements essentiels pour prévenir la répétition d'accidents du même genre.

Une de ces techniques fait intervenir un modèle informatisé des éléments pertinents du tableau de bord de l'avion, ainsi que la représentation sous forme de symboles des mouvements exercés par le pilote sur les commandes. Ces cadrans, jauges et compteurs réagissent à mesure que l'information émanant de l'enregistreur de vol récupéré est acheminée au tableau de bord informatisé. L'écoute synchronisée de l'enregistrement recueilli par l'enregistreur du poste de pilotage complète le tableau de la séquence de l'écrasement.

Mais la capacité qu'a le centre d'analyser les données recueillies après un accident d'avion va bien au-

Visualisation informatisée de la trajectoire d'un avion au cours de son approche à l'atterrissage.



delà de la possibilité de placer, si l'on peut dire, un observateur dans le poste de pilotage. Une autre technique permet l'observation visuelle des mouvements effectués par l'aéronef le long de sa trajectoire à partir de n'importe quel point situé dans l'espace. Représenté symboliquement, ombre comprise, l'aéronef survole l'écran sur lequel est superposé un quadrillage de référence représentant le terrain d'atterrissage. Cette méthode de reconstitution visuelle s'est avérée particulièrement utile dans le cas d'un accident survenu à un appareil qui n'était pas équipé d'enregistreur de vol. Les investigateurs ont pu reconstituer une série d'images à partir de descriptions recueillies auprès d'observateurs au sol et de communications de la tour de contrôle, puis les modifier jusqu'à ce qu'ils parviennent à une concordance acceptable entre les comptes rendus des témoins.

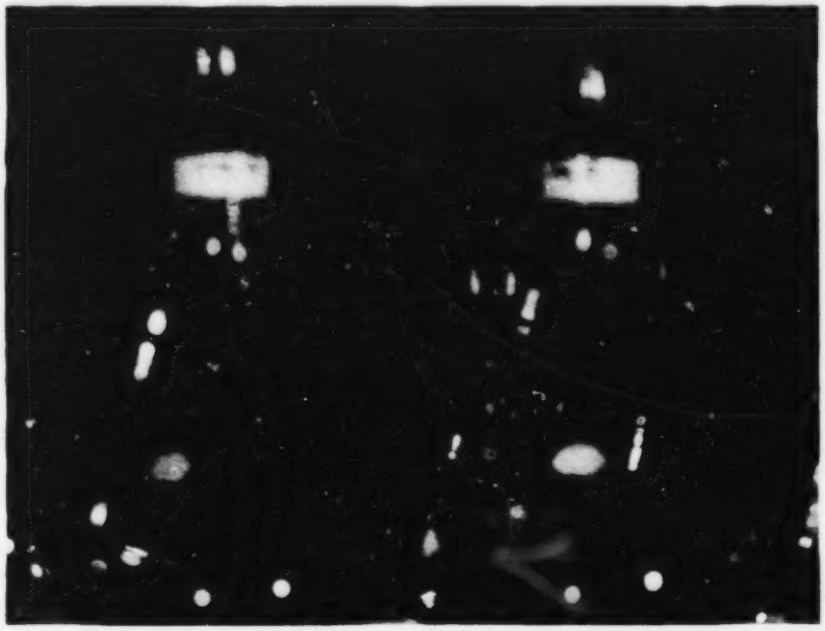
Cette technique de simulation de pointe, jointe à une compétence reconnue dans la récupération des données (notamment d'enregistrements provenant de bandes magnétiques endommagées par la chaleur ou l'impact), ont contribué à asseoir la réputation internationale du centre dans ce domaine. Des membres de l'équipe du CNRC sont fréquemment invités par d'autres nations à participer à titre de conseillers à des enquêtes d'accidents aériens.

Les richesses océanes

Le Laboratoire de recherches de l'Atlantique du CNRC, à Halifax, a apporté son aide à une équipe de chercheurs de l'Université Dalhousie ainsi qu'à une coopérative locale de pisciculture pour la réalisation d'un projet d'exploitation de l'huître européenne, récemment acclimatée au littoral atlantique canadien.

Cette huître, dont la saveur est plus prononcée que celle des variétés domestiques, est un produit de luxe très apprécié par les amateurs de fruits de mer nord-américains et européens. On estime que ce produit fera l'objet d'une demande qui se traduira, et ce, uniquement pour les restaurants nord-américains, par une augmentation annuelle d'environ cinq à dix millions de dollars du chiffre d'affaires par rapport à celui que l'on peut attendre de la vente des huîtres de l'Atlantique.

Les chercheurs universitaires travaillent depuis quelque temps à l'amélioration génétique de cette variété d'huîtres en vue de favoriser son adaptation aux côtes peu abritées de la Nouvelle-Écosse où les huîtres domestiques ne se développent pas. Le laboratoire du CNRC a mis à contribution les connaissances détaillées qu'il a accumulées sur la culture d'algues, principale source alimentaire de l'huître. En collaboration avec le LRA, l'Université Dalhousie a récemment mis sur pied une écloserie pilote à la station de recherche de Sandy Cove, du CNRC, en vue d'étudier les possibilités d'élevage sur une plus grande échelle. Les huîtres commencent leur vie dans cette installation (elles ne se reproduisent pas naturellement dans les eaux canadiennes), puis elles sont introduites à la mer dans des bassins exploités par des éleveurs de la région. Au cours des trois premières années de leur vie, les facteurs susceptibles d'agir sur leur développement sont étudiés. Lorsqu'elles atteignent la maturité, ces huîtres sont recueillies par les éleveurs et vendues à des restaurateurs qui, dans la majorité, desservent actuellement les régions de Halifax et de Toronto.



Études sur les algues marines.

L'objectif des scientifiques est de déterminer les conditions idéales pour l'exploitation commerciale à grande échelle de l'huître européenne. Si leurs travaux portent fruit, l'application de techniques scientifiques modernes à une industrie artisanale pourra se traduire par des retombées non négligeables pour l'économie des régions de l'Atlantique.

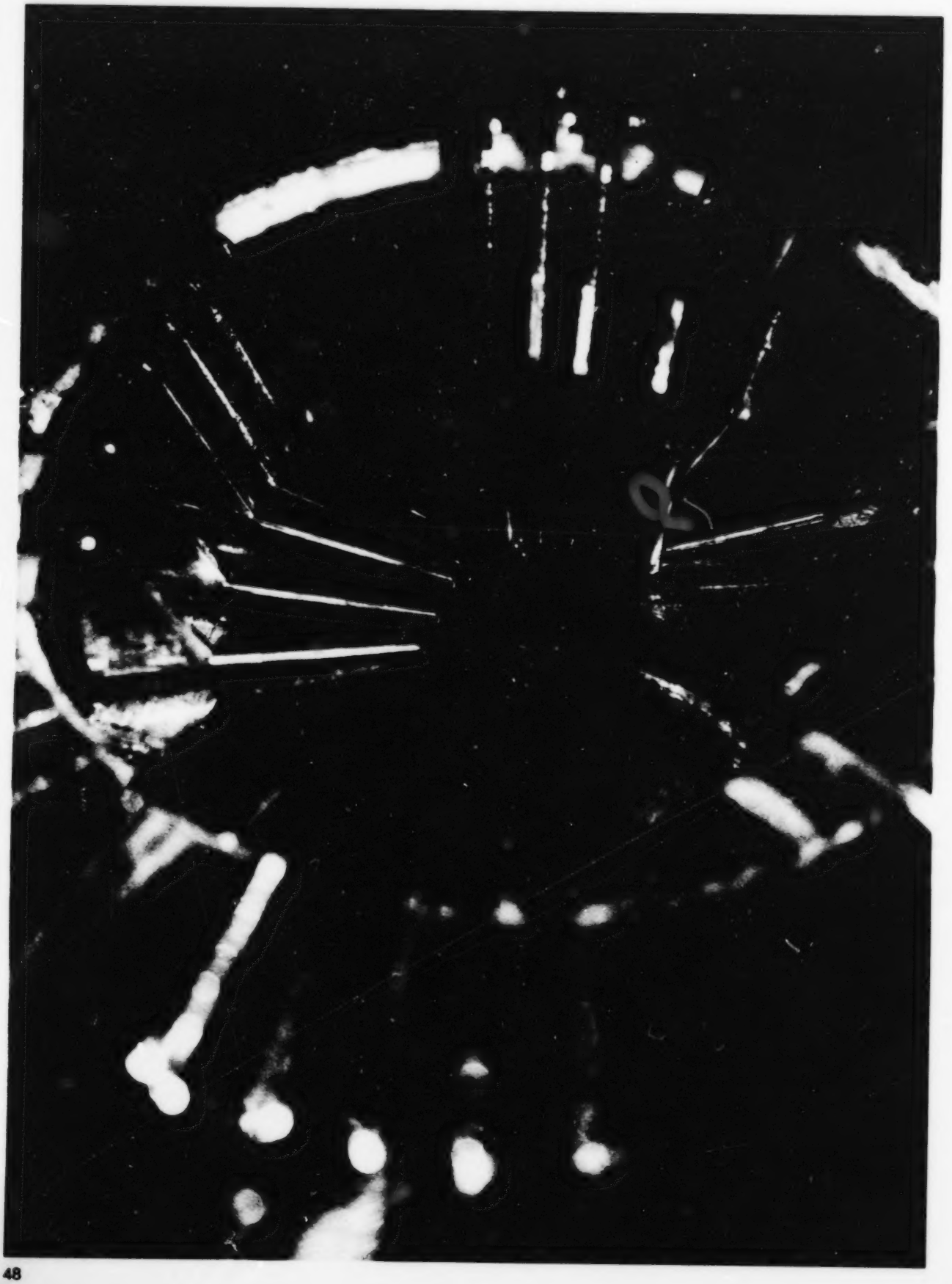
Comme la lame d'un couteau

Les instruments de coupe par jets d'eau (appelés parfois « couteaux à eau » ou « lasers à l'eau »), dont la « lame » est un jet d'eau à haute pression, peuvent rapidement trancher même le métal et la roche, sans causer beaucoup de gâchis, de gaspillage ou de perturbation dans le matériau.

Bien que cette technologie existe déjà depuis plus d'une décennie, de récents perfectionnements dans le domaine des pompes à haute pression l'ont rendue plus fiable, et donc plus intéressante du point de vue économique. Ses applications industrielles sont innombrables.

Déjà très couramment employés pour les gros travaux de nettoyage et de coupe dans l'industrie lourde, ces « couteaux à eau » peuvent également servir pour des travaux qui exigent plus de délicatesse. Les laboratoires du CNRC ont en effet mis au point un instrument capable de couper de façon précise la fourrure, les parements d'aluminium, le caoutchouc et d'autres matériaux. L'ajutage de cet instrument est en saphir synthétique et ressemble à une minuscle perle; le diamètre de son ouverture est à peine plus grand que celui d'un cheveu humain. L'eau jaillissant de cet ajutage peut couper la plupart des matériaux aussi bien qu'un couteau et ce, sans s'émousser ni se heurter aux autres problèmes rencontrés dans la coupe mécanique.

Ce genre d'instrument de précision est de plus en plus en demande dans le secteur manufacturier, et le CNRC a autorisé une entreprise canadienne, Indescor Hydrodynamic Inc., à en lancer la fabrication commercialement.



L'INSTITUT CANADIEN DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE (ICIST)

L'ICIST met à la disposition de tous les Canadiens la collection nationale du CNRC de publications scientifiques, médicales et techniques. Celle-ci, qui contient près de trois millions de titres et ne cesse de croître, est l'une des plus grandes collections du monde. Elle comprend quelque 30 000 journaux scientifiques, auxquels s'ajoutent environ 1 400 nouveaux titres chaque année. Elle s'enrichit également d'environ 20 000 livres et 13 000 comptes rendus de conférences par année.

L'ICIST consacre environ 50 % de son temps à aider l'industrie à obtenir l'information dont elle a besoin pour mettre au point des technologies de pointe, et partage le reste de son temps entre l'aide aux ministères gouvernementaux (30 %) et l'aide aux chercheurs universitaires (20 %).

Il offre une variété de services qui assurent une livraison rapide et facile de la documentation dont ses clients ont besoin. L'un de ceux-ci est le service canadien de repérage de l'information en direct, CAN/OLE. Les abonnés de ce service peuvent utiliser leur propre terminal d'ordinateur, n'importe où au Canada, pour faire une recherche dans la documentation scientifique et technique du monde entier et commander des informations publiées à partir de près de 40 bases de données.

Le CAN/SDI, service de diffusion sélective de l'information, est un autre service de l'ICIST qui avertit continuellement ses abonnés de la parution d'articles dans leurs domaines spécifiques d'intérêt. L'ICIST coordonne aussi l'accès canadien à la base de données MEDLARS, système de la *National Library of Medicine* des États-Unis.

Le CAN/SND, service qui offre un accès rapide aux bases de données numériques scientifiques, représente quant à lui une réelle économie de temps pour le scientifique ou l'ingénieur. Grâce à lui, les scientifiques peuvent chercher, trouver, et manipuler des données relatives à des éléments, des composés et des classes chimiques. Ils peuvent également vérifier leurs hypothèses à l'aide d'un grand échantillon pondéré et dessiner des diagrammes de molécules. Cet outil relativement nouveau leur permet de faire des calculs complexes en l'espace de quelques minutes ou quelques jours au lieu de quelques mois ou quelques années.

L'ICIST offre plusieurs autres services auxiliaires et de coordination, d'envergure nationale. En voici quelques-uns: inventaire informatisé des projets de recherche financés par le gouvernement fédéral et exécutés dans les universités canadiennes; aide pour repérer les traductions de publications en langue étrangère; personnel de référence et de recherche pour répondre aux demandes d'information, procéder aux recherches documentaires et compiler les bibliographies; centre de référence pour ceux qui désirent obtenir des informations scientifiques et techniques.

Récemment, le service de référence a procédé, pour le compte d'une compagnie de recherche canadienne, à une recherche documentaire informatique sur la récupération de pétrole déversé accidentellement. La recherche a couvert 3,5 millions de références en une heure — tâche qui, en l'absence de systèmes complètement automatisés, aurait demandé plus d'une semaine de travail. Cette recherche a fait économiser à la compagnie des milliers de dollars uniquement en temps de recherche.

UNE APPROCHE UNIFIÉE

Au CNRC, trois agents principaux sont chargés de la diffusion de connaissances et de conseils techniques. Ce sont: le **Bureau du développement industriel**, qui administre le PARI (Programme d'aide à la recherche industrielle) et le PPIL (Programme des projets « Industrie-Laboratoires »); l'**Institut canadien de l'information scientifique et technique** (ICIST), qui gère une bibliothèque scientifique et technique et un réseau national d'information et de données; et les **laboratoires du CNRC**, qui fournissent les conseils d'experts pour la solution de problèmes techniques et font de la recherche originale en collaboration ou non avec des partenaires de l'extérieur.

Bien que ces agents s'acquittent avec brio de leur mandat respectif, ils oeuvrent de façon indépendante. Chacun s'est bâti une clientèle distincte et possède une vision différente du CNRC. Même à l'intérieur des laboratoires, chaque division fonctionne de façon semi-autonome et a son propre groupe de clients. Bien que ce mode de fonctionnement soit approprié lorsqu'il s'agit de fournir un service sur mesure à un client, il peut désorienter quelqu'un qui n'est pas familier avec le CNRC dans sa recherche du service dont il a besoin. Il n'existe pas de point d'accès unique au CNRC et à l'ensemble de ses services qui ouvrirait au client toutes les avenues possibles.

Le Centre de coordination de la technologie

Un important élément reliera ces trois agents entre eux et avec la communauté diversifiée que dessert le CNRC: il s'agit du nouveau Centre de coordination de la technologie (CCT). L'une des principales fonctions du CCT sera de servir de « répertoire vivant » de toutes les connaissances et activités du CNRC. Il sera le lien entre les agents de liaison industrielle de chaque division du CNRC et le personnel du BDI oeuvrant sur le terrain dans ses vingt-cinq bureaux régionaux, le personnel du PARI et du PPIL d'Ottawa et les agents de liaison subventionnés par le PARI dans de nombreuses universités canadiennes. Déjà, on a amélioré l'interaction entre l'ICIST et les services d'information du BDI. L'existence du CCT, qui fera le lien entre le BDI et l'ICIST d'une part, et les laboratoires d'autre part, devrait permettre au client potentiel d'avoir un accès unifié et coordonné à l'ensemble des ressources du CNRC.

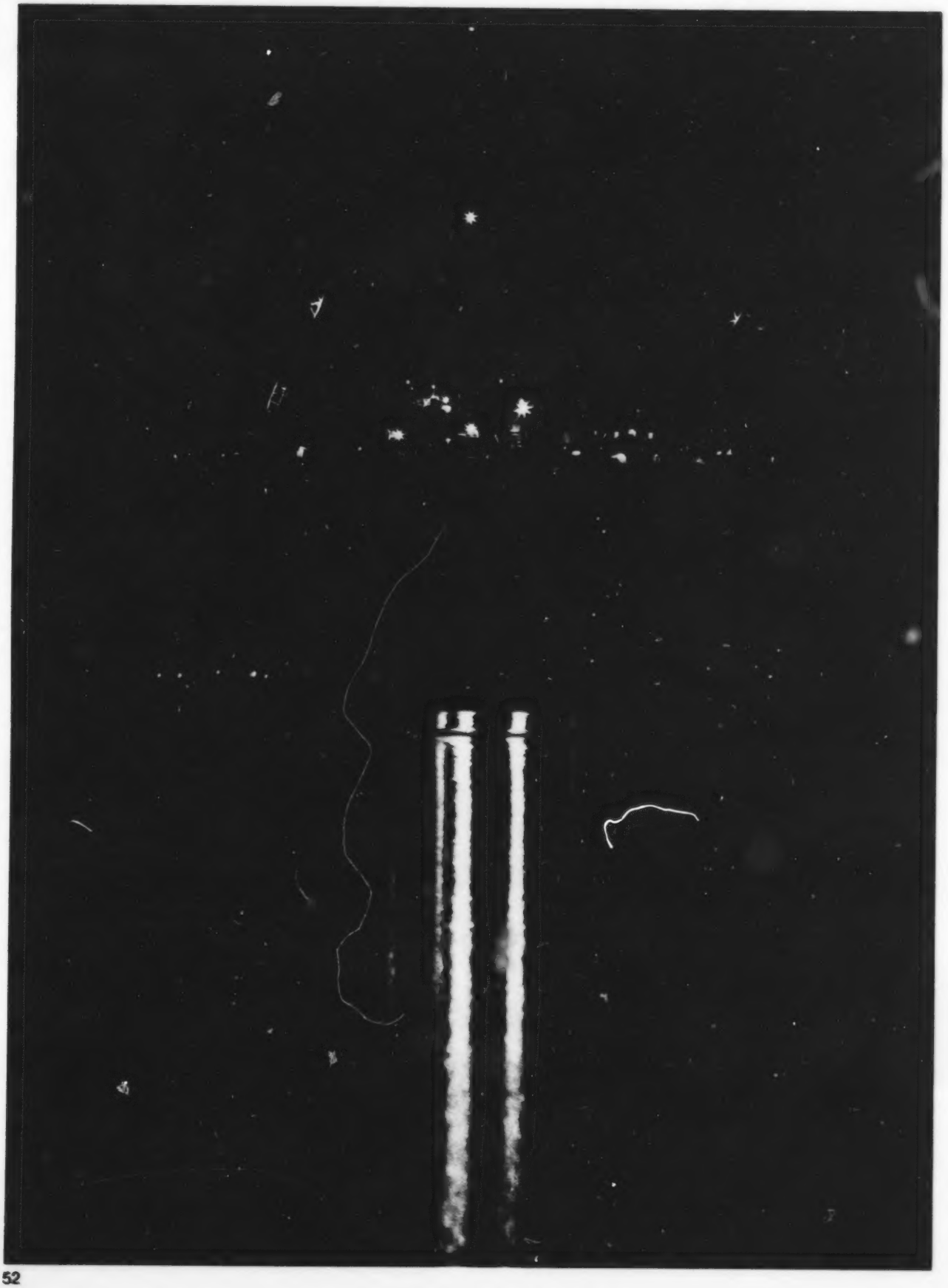
Dans sa forme la plus simple, le CCT servira de relais de transmission de l'information entre les différents secteurs du CNRC. Se servant du CCT comme plaque tournante, tout membre du personnel pourra orienter son client vers l'un ou l'autre des nombreux services du CNRC. Lorsque le client aura été mis en contact avec le secteur du CNRC qui l'intéresse, l'interaction directe pourra alors se poursuivre de façon indépendante. Le CCT sera constitué comme une entité distincte du BDI car, contrairement à ce dernier, dont le rôle est de fournir à ses clients la meilleure technologie disponible peu importe son origine, le CCT devra faire porter son effort sur les clients dont les besoins coïncident avec les compétences technologiques des laboratoires du CNRC.

Le CCT servira de courtier pour l'établissement de nouvelles ententes de collaboration entre les laboratoires du CNRC et les entreprises industrielles ou les groupes universitaires, et fournira son assistance pour l'impartition ou l'exécution de contrats de recherche par le CNRC. Les projets conjoints qui en résulteront pourront engager des ressources financières ou humaines des laboratoires du CNRC, du BDI, des entreprises, des universités ou de programmes majeurs du CNRC.

Une autre fonction du CCT sera d'anticiper les applications industrielles potentielles des activités de recherche du CNRC, de servir de guide pour l'obtention de licences ou de brevets et pour la commercialisation d'inventions mises au point au CNRC, et d'identifier des partenaires industriels potentiels pour la mise au point et l'exploitation de technologies conçues au CNRC.

Le CCT aura pour principale fonction d'encourager la réalisation de projets et de programmes et de stimuler les interactions entre la clientèle générale du CNRC et les laboratoires oeuvrant au sein de ses différentes divisions. Les gros programmes spécialisés et les initiatives de collaboration nouvelles, comme le programme de biotechnologie, l'Institut d'optique projeté et un éventuel programme des sciences des microstructures, seront dotés d'une structure organisationnelle qui permettra de répondre aux besoins spécifiques de leurs clients et partenaires, qu'il s'agisse de l'industrie, des gouvernements provinciaux ou des universités. Les clients se situant à l'extérieur des réseaux directement associés à ces programmes pourront quand même avoir accès à ces services par l'intermédiaire du CCT. ■

Le CNRC assure la direction rédactionnelle et la publication de treize revues scientifiques de classe internationale. La haute qualité des comités de lecture et de la production technique attire des contributions et des souscriptions du monde entier.



UN COUP DE MAIN À L'ENTREPRISE

Le Bureau du développement industriel est actuellement réorganisé pour fournir un meilleur service aux petites et moyennes entreprises canadiennes qui forment la majeure partie de sa clientèle.

Jusqu'à présent, le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) était divisé en un certain nombre d'éléments distincts. Chaque élément fournissait un type différent d'aide technique et financière aux entreprises désirant entreprendre des projets de recherche et de développement qui dépassaient leurs capacités existantes. Les propositions faisant l'objet d'une demande d'aide du PARI émanaient habituellement de l'entreprise. Quant au Programme des projets « Industrie-Laboratoires » (PPIL), collatoral du PARI, il visait à transférer à l'industrie les technologies mises au point dans les laboratoires fédéraux et les universités. Les propositions émanaient souvent de groupes de chercheurs ou d'agents du PPIL plutôt que du client.

Un meilleur service

Les meilleures caractéristiques du PPIL et de l'ancien élément PARI-P (qui servait à financer de grands projets) ont maintenant été fondues en un seul programme pour les gros projets qui nécessitent une analyse technique en profondeur par l'équipe de gestion des projets du CNRC, à Ottawa. Ces projets seront désormais approuvés par un comité formé de membres oeuvrant au sein de différents secteurs du gouvernement. Les projets pourront être exécutés par l'entreprise seule ou en collaboration avec un ou plusieurs laboratoires gouvernementaux.

Les autres éléments du PARI seront remplacés par un programme unique mais décentralisé. Ce nouveau programme sera administré par les conseillers en technologie industrielle du PARI postés dans les régions; ceux-ci font directement affaire avec les entreprises et sont donc en mesure d'évaluer la nature et l'ampleur des besoins de celles-ci. Les conseillers en technologie industrielle seront désormais autorisés à négocier les niveaux d'aide appropriés sans passer par le bureau d'Ottawa. L'acceptation d'un projet nécessitera l'approbation du conseiller concerné, du coordonnateur provincial du PARI et d'un autre conseiller en technologie. Les contributions du PARI, jusqu'à concurrence de 100 000 dollars, seront approuvées de cette façon. Plus de 60 % des propositions devraient pouvoir être ainsi traitées en moins de 40 jours. Les contributions de plus de 100 000 dollars seront approuvées par le biais du mécanisme prévu pour les projets d'envergure, comme il a été décrit dans le paragraphe précédent. Ce nouveau PARI unifié bénéficiera également d'une association plus étroite avec les laboratoires du CNRC.

Les débouchés de la R et D

Il ne fait aucun doute que ces mesures amélioreront les services fournis par le PARI, mais il faudra en même temps étudier plus attentivement les **résultats** commerciaux des projets financés par le programme. L'une des faiblesses majeures de l'activité commerciale des petites entreprises au Canada se situe au niveau de l'étude de marché pour la commercialisation de nouveaux produits. Trop souvent, les petites entreprises consacrent beaucoup de temps et d'argent à produire un nouvel article pour découvrir au bout du compte que les besoins du marché sont bien moindres que ce qu'elles avaient escompté.

Dans le passé, les programmes d'aide industrielle du CNRC visaient à réduire les risques **techniques** des entreprises engagées dans des projets de R et D innovateurs. Le CNRC a décidé d'élargir le mandat du PARI pour aider celles-ci à réduire également les risques **commerciaux** correspondants. Une portion des fonds du programme sera consacrée à des études de marché professionnelles afin d'évaluer la viabilité commerciale du produit projeté et d'identifier des stratégies pour la pénétration du marché. Ces fonds seront disponibles aux mêmes conditions que les fonds d'aide à la R et D, et ils seront limités à une fraction fixe du coût total du projet de R et D.

Mettre en rapport

Le PARI continuera d'accorder des contributions pouvant atteindre 750 000 dollars par année aux organismes qui fournissent des services de consultation technique aux entreprises. Ces organismes sont: les organismes de recherche provinciaux, les instituts de recherche, les centres de technologie spécialisés, les universités et les firmes d'ingénieurs-conseils.

Le réseau que forment ces organismes et les bureaux régionaux du PARI sert à mettre en rapport

tous les secteurs de la communauté économique qui font et utilisent la R et D. Le CNRC envisage présentement de renforcer ses liens avec les secteurs subventionnaires en utilisant les bureaux régionaux du PARI comme points de contact pour les personnes ou les entreprises désirant investir des capitaux de risque.

Il existe, d'une part, d'importants investisseurs de capitaux de risque au Canada en quête de nouvelles idées et de bons investissements dans le secteur technologique, mais qui ne savent pas où les trouver; d'autre part, il y a de nombreux entrepreneurs en puissance à qui il ne manque que les ressources financières. De leur côté, les laboratoires gouvernementaux et universitaires sont des mines de connaissances techniques.

Il n'existe malheureusement aucun mécanisme efficace permettant de mettre en rapport tous ces intérêts. Les bureaux régionaux du PARI auront, par le biais du réseau de conseillers du PARI et du nouveau Centre de coordination de la technologie du CNRC, des liens avec les laboratoires oeuvrant au sein des universités, des gouvernements provinciaux, du CNRC et d'autres ministères fédéraux. En mettant ceux-ci en rapport avec les investisseurs de capitaux de risque, le PARI pourrait servir de catalyseur et permettre aux ingénieurs, aux investisseurs et aux capitaines d'industrie de tirer parti de possibilités insoupçonnées pour lancer de nouvelles initiatives commerciales. ■

BUREAU DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL (BDI)

Le BDI travaille directement avec des entreprises canadiennes de toutes tailles pour les aider à mettre au point et à appliquer la technologie existante en vue d'en tirer des avantages commerciaux.

Le bureau fournit une aide financière et technique diversifiée de même qu'une information actualisée sur les innovations apportées dans de nombreux domaines de recherche.

Le principal outil utilisé par le BDI pour la prestation de ces services est le **Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI).** Le PARI vise à accroître le calibre et l'étendue de la R et D industriels par l'utilisation de la technologie la plus récente. Pour ce faire, le programme met les ressources scientifiques et de gestion de la R et D du gouvernement fédéral et d'autres organismes de recherche à la disposition des entreprises canadiennes.

Ses services sont disponibles auprès des agents de projets du bureau central du CNRC, à Ottawa, et dans le reste du pays par l'intermédiaire d'un réseau de conseillers en technologie industrielle en poste dans toutes les grandes villes canadiennes. Ces professionnels expérimentés peuvent relever directement du CNRC ou être rattachés à divers organismes de recherche provinciaux qui collaborent avec le CNRC dans le cadre du programme. Les conseillers et les agents de projet peuvent tirer parti de l'éventail des compétences scientifiques et techniques que recèlent les laboratoires du CNRC et d'autres organismes de recherche du Canada. Ils ont également accès à une banque mondiale de connaissances scientifiques et techniques par le biais de l'ICIST.

Le PARI fournit diverses formes et niveaux d'aide industrielle aux petites et moyennes entreprises:

• Service de consultation régional

Service gratuit et confidentiel « sur place » pour les entreprises dont les ressources techniques sont limitées

Des conseillers aident les entreprises à acquérir la base technologique nécessaire pour assurer la compétitivité et la rentabilité de leurs opérations. Ils mettent également les entreprises en rapport avec l'éventail des services du BDI et avec d'autres programmes au sein du gouvernement qui pourraient les intéresser.

• Service d'information technique

Assistance pour la solution de problèmes techniques en faisant appel à l'information scientifique et technique la plus récente

Ce service confidentiel est particulièrement utile aux entreprises dont les moyens sur le plan des installations et du personnel technique sont limités ou qui ont besoin d'avoir accès à l'information sans délai.

• Contributions aux entreprises employant des étudiants de premier cycle

Les compétences d'étudiants sont mises à contribution pour résoudre des problèmes techniques à court terme

Cet élément couvre le salaire et les frais de réinstallation d'étudiants de collèges techniques ou d'universités embauchés par des entreprises pour travailler à des projets sous la supervision de conseillers du PARI ou d'autres professionnels qualifiés.

• Contributions aux études de laboratoire

Aide financière pour les entreprises qui doivent faire appel à des services techniques de l'extérieur

L'aide financière du PARI couvre une partie des dépenses engagées pour l'utilisation des services et des installations d'instituts de recherche, de laboratoires, d'universités ou de firmes d'ingénieurs-conseils. Les entreprises ont accès aux ressources nécessaires pour résoudre des problèmes techniques à court terme, améliorer leurs opérations de production et élargir leur base technologique.

• Contributions au financement de petits projets

Aide financière servant à payer le salaire du personnel technique de l'entreprise travaillant à des projets de R et D précis

Une aide financière est accordée aux petites entreprises qui n'auraient pas normalement les ressources nécessaires pour entreprendre d'importants projets visant à mettre au point des produits et des procédés nouveaux ou améliorés.

• Contributions au financement de grands projets impliquant un transfert technologique PARI (PPIL)

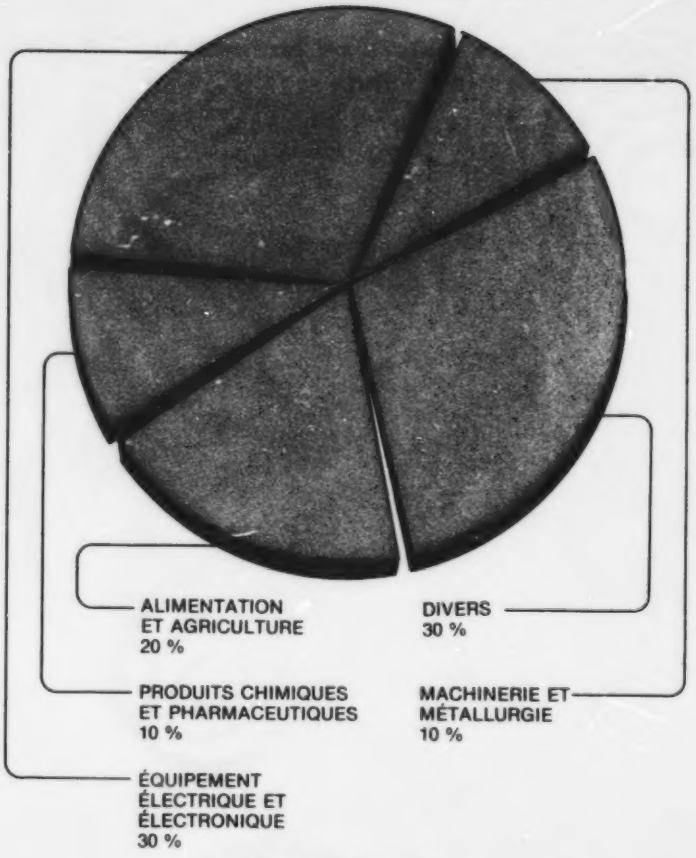
Aide financière pour des projets de recherche appliquée à long terme

L'aide fournie par le PARI couvre le salaire du personnel scientifique et technique de l'entreprise affecté au projet et aide à payer les services de conseillers techniques ou à financer l'impartition d'une partie des travaux de recherche.

Transfert de la technologie existant au sein des laboratoires gouvernementaux et universitaires à des entreprises canadiennes

Cet élément, qui correspond à l'ancien Programme des projets « Industrie-Laboratoires » (PPIL), offre aux entreprises les moyens de commercialiser les innovations techniques, les inventions et les compétences des laboratoires canadiens. Le programme aide les entreprises à élaborer un plan de réalisation technique et une étude de marché, met à leur disposition les meilleures installations et compétences techniques des laboratoires financés par le gouvernement et fournit une aide financière sur la base d'un partage des coûts.

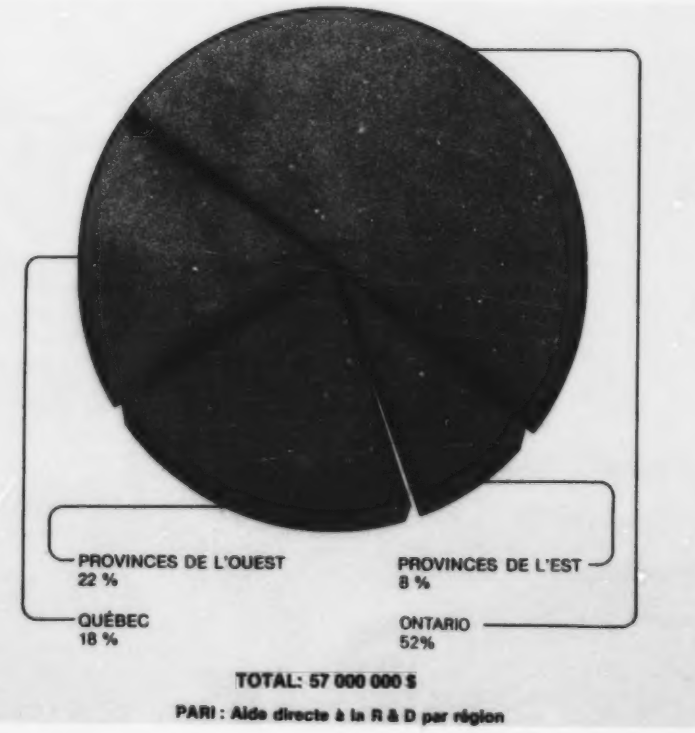
Sur un budget total de près de 65 millions de dollars pour 1984-85, le BDI a dépensé plus de 57 millions pour l'aide directe à des projets de R et D industriels par le biais du PARI. Presque quatre dollars sur cinq sont allés aux petites et moyennes entreprises. Les plus gros montants furent alloués à des industries dans les catégories de l'équipement électrique et électronique ou de l'alimentation et de l'agriculture.



TOTAL: 57 000 000 $

PARI : Aide directe à la R&D par secteur industriel

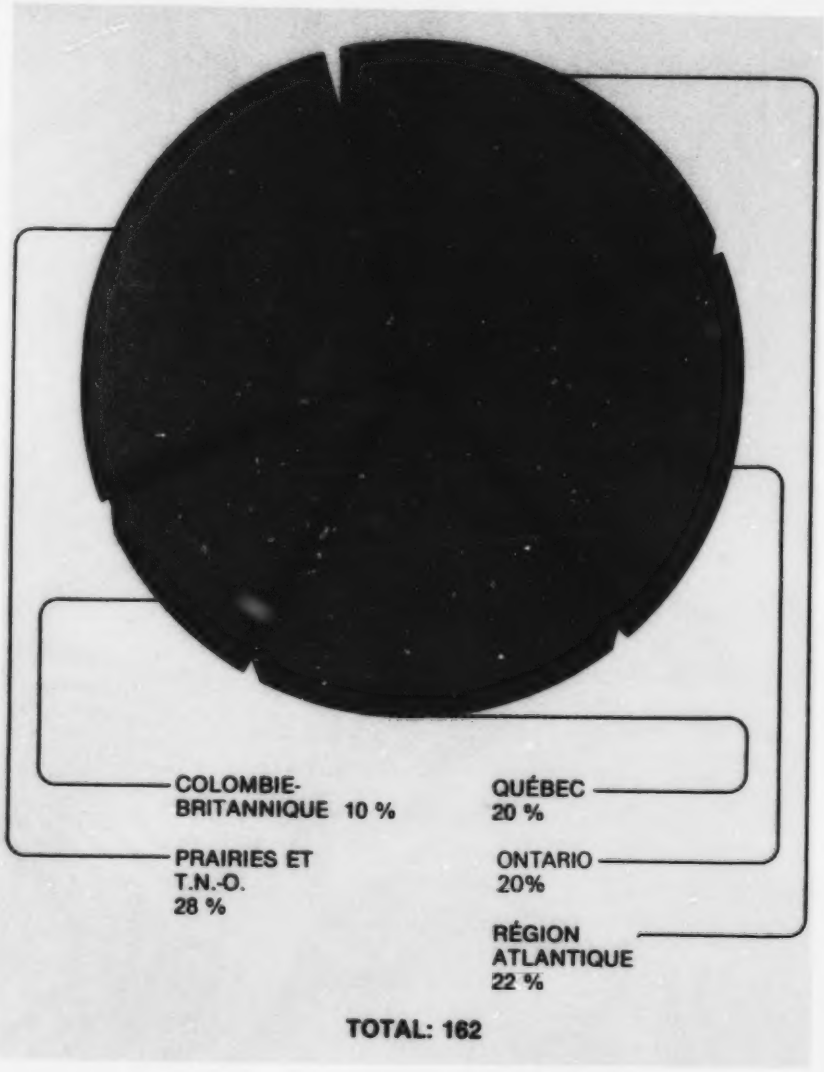
En 1984-85, plus de 57 millions de dollars des ressources du PARI ont été dépensées à titre d'aide directe pour des projets de R et D industriels. La part du lion (presque 60 %) est allée à des entreprises de l'Ontario, la province ayant déjà la plus forte concentration industrielle. Le CNRC a pris des mesures pour décentraliser l'application du programme du BDI et rendre les services du PARI plus accessibles aux entreprises de l'ensemble du Canada.



TOTAL: 57 000 000 $

PARI : Aide directe à la R & D par région

Distribution des conseillers en technologie industrielle du CNRC à travers le Canada



« Je ne sais combien de fois j'ai rencontré le responsable d'une nouvelle initiative industrielle qui m'a dit "nous ne serions pas ici aujourd'hui si nous n'avions pas reçu il y a quelques années une subvention de 20 000 $ ou de 30 000 $ en vertu du PARI". »

L'Honorable Thomas Siddon, ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie (1984-85).

« À en juger par les exposés et les entrevues, les programmes les plus appréciés sont le PARI et, dans une moindre mesure, le PPIL. Les porte-parole de l'industrie s'accordent largement pour dire que ces programmes fonctionnent bien et nous pensons savoir pourquoi. Les deux programmes sont gérés par le Conseil national de recherches, organisme qui, comme on s'y attend, comprend parfaitement la nature risquée des projets qu'il finance. Étant donné que les responsables de la gestion du PARI et du PPIL parlent le même langage technique que les sociétés auxquelles ils s'adressent, ces programmes sont appliqués de façon beaucoup moins complexe et beaucoup plus efficace que les autres programmes. »

Juillet 1984
Groupe de travail sur les politiques et les programmes fédéraux de développement technologique
Le Rapport Wright

Lors d'une enquête exécutée en 1981 et portant sur 133 compagnies canadiennes, on a demandé aux directeurs de la R et D d'identifier les sources d'information qu'ils jugeaient les plus utiles.

Leurs réponses indiquent que:
« 1. Soixante-dix-sept pour cent des 133 entreprises avaient plus d'une unité de R et D. Les répondants précisèrent que ce sont leurs unités affiliées à l'étranger qui étaient les plus utiles (60 %); d'autres (16 %) ont cité des unités de R et D au Canada même.
2. Pour les 56 entreprises n'ayant qu'une seule unité de R et D, les sources les plus importantes étaient les fournisseurs et les clients (35 %). Venait ensuite le Conseil national de recherches avec 27 %.
3. Le CNRC constitue d'ailleurs un point de comparaison intéressant. Il a été en effet cité par 23 % des entreprises canadiennes, mais par seulement 4 % des entreprises américaines; et par 22 % des petites entreprises (ayant un chiffre d'affaires inférieur à 50 millions de dollars), mais par seulement 5 % des entreprises plus grandes. »

Revue annuelle de la statistique des sciences, 1981
Statistique Canada

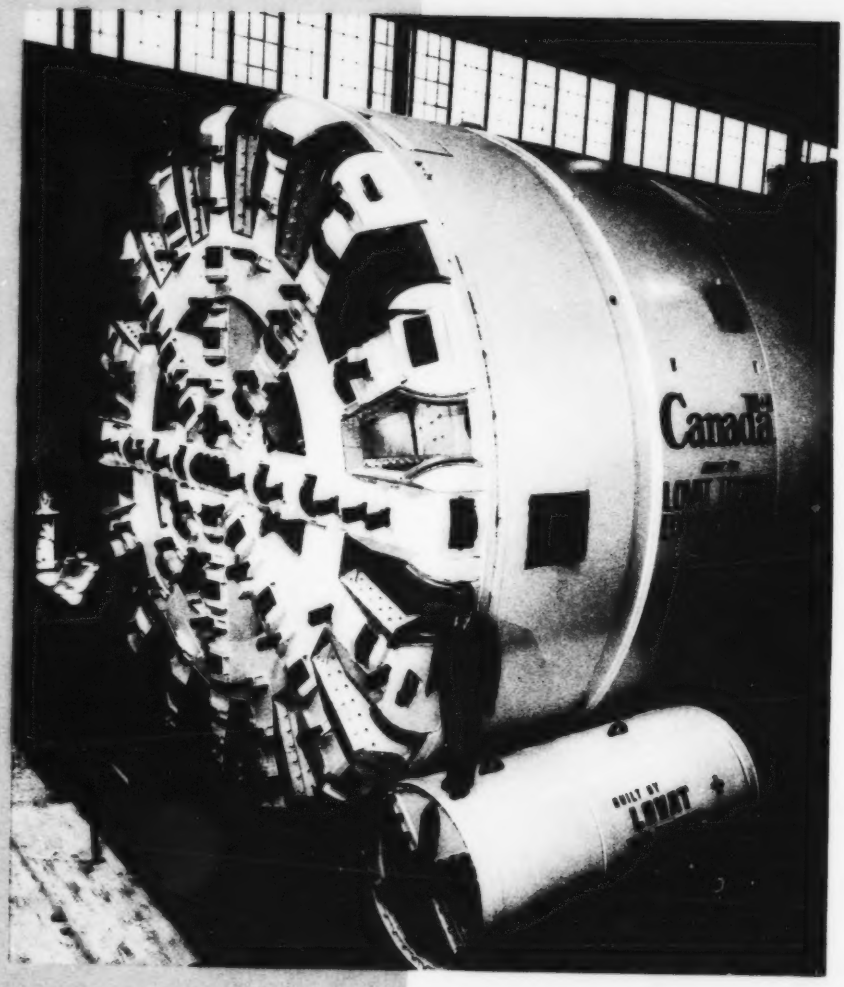
Percement de tunnels

Le programme d'aide industrielle du CNRC a récemment mis ses moyens à la disposition d'Approvisionnements et Services Canada et de la Société de développement du Cap-Breton pour aider la compagnie Lovat Equipment Inc., de Toronto, à adapter son tunnelier à l'excavation de la roche de moyenne dureté. Le nouveau tunnelier de Lovat fonctionne à l'électricité, travaille continûment et occasionne moins de contraintes aux couches rocheuses qu'il traverse que les méthodes classiques de forage et de sautage. Il est actuellement utilisé pour l'exploitation de la mine de charbon de Donkin-Morien sur la partie est de l'île du Cap-Breton.

Lorsque la mine a été mise en exploitation, deux tunnels ont été creusés: un par forage et sautage et l'autre par le tunnelier de Lovat. La machine s'est avérée quatre fois plus rapide et trois fois moins coûteuse par mètre de tunnel creusé que la méthode classique. *Les propriétaires de la mine ont récupéré la totalité du capital investi dans la machine dès le premier kilomètre de tunnel.*

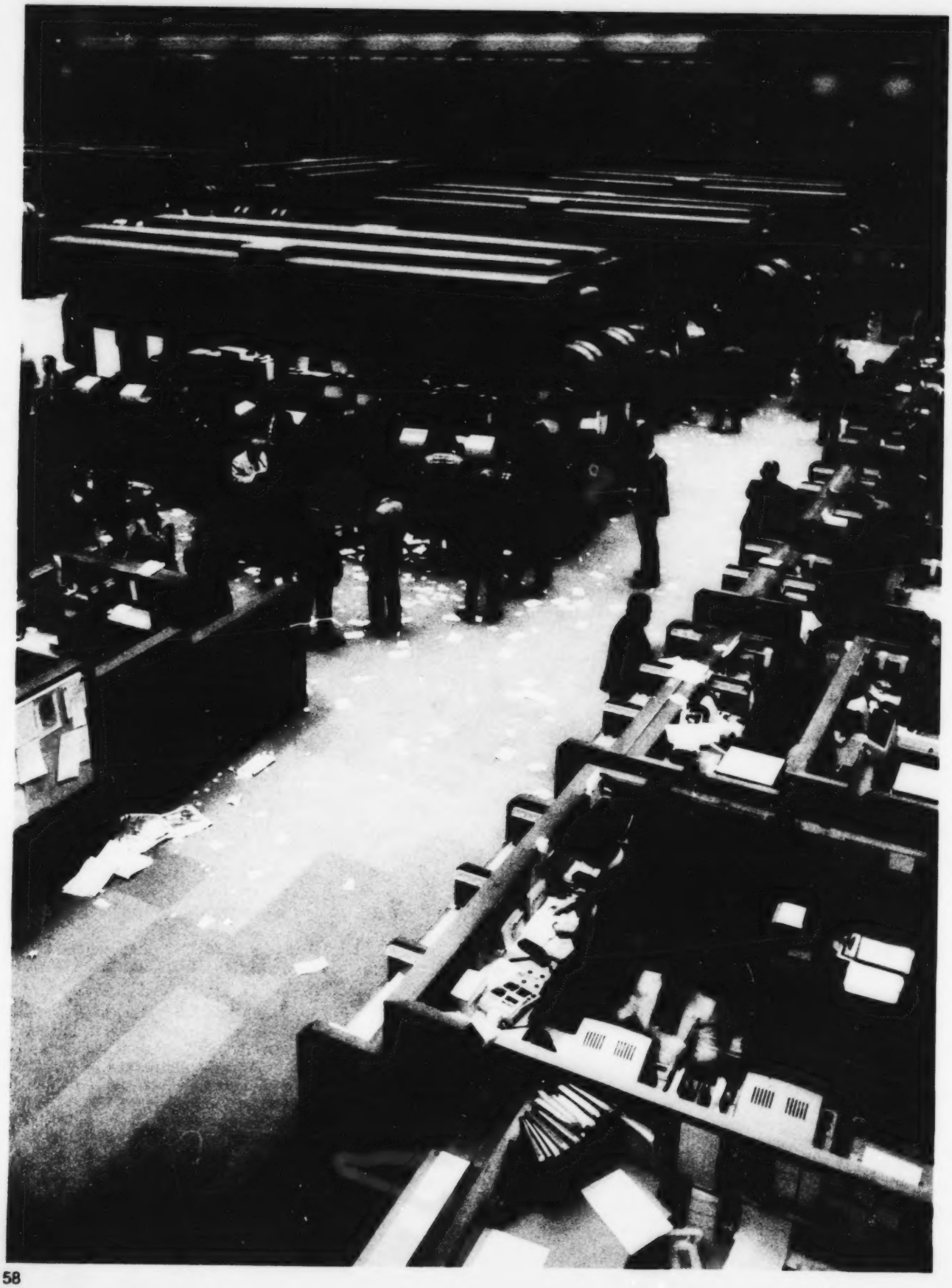
Le tunnelier est constitué d'un cylindre légèrement conique équipé d'une tête de coupe qui atteint près de huit mètres de diamètre. En plus de percer la roche, il renforce les parois du passage qu'il laisse derrière lui à l'aide de nervures d'acier ou d'un revêtement constitué d'éléments en béton préfabriqué.

La machine semble avoir des applications prometteuses pour l'exploitation de la potasse et des sables bitumineux, ainsi que pour le percement de canalisations destinées aux effluents, de tunnels de métro et de tunnels de servitude en zone urbaine, permettant ainsi d'éviter les problèmes de construction en surface. Une machine Lovat travaille actuellement au percement du tunnel du nouveau métro de Washington, D.C., et une autre a récemment été livrée au Venezuela. Des études ont également été entreprises pour la construction d'un tunnel sous-marin qui reliera le Nouveau-Brunswick à l'Île-du-Prince-Édouard.



« Est-ce que les nouvelles technologies se répandent aussi rapidement dans l'industrie canadienne qu'elles le font dans l'industrie des pays étrangers? La conclusion des principaux investigateurs dans ce domaine est que les nouvelles technologies se répandent plus lentement dans les industries canadiennes que dans les industries des autres pays. »

La Commission royale sur l'union économique et les perspectives de développement du Canada
(Commission Macdonald)



LES RETOMBÉES DE LA RECHERCHE

Plus le niveau technique associé à un produit ou à un procédé est élevé, plus ce produit ou ce procédé risque d'être frappé d'obsolescence par l'émergence d'une technologie entièrement nouvelle ou de l'application plus ingénieuse d'une technologie existante.

La règle à calcul a été l'outil de base de l'ingénieur pendant des décennies. Aujourd'hui, c'est une pièce de musée. L'arrivée des circuits intégrés à semiconducteurs et l'introduction des premières calculatrices électroniques en sont responsables. Des générations successives de calculatrices ont été remplacées par des modèles plus avancés qui ont résulté du perfectionnement des circuits intégrés. La mise au point d'une nouvelle technologie prend du temps. Mais les améliorations que l'on y apporte par la suite se suivent relativement vite.

Des occasions se présentent souvent, mais elles sont difficiles à saisir. Le succès ou la survie économique dépendent d'un système d'avertissement technologique précoce. Dans la mesure du possible, l'industrie devrait savoir quelles nouvelles technologies et quels nouveaux procédés et produits occuperont une place importante dans la semaine ou l'année à venir, ou dans dix ans.

En somme, les prévisions technologiques sont comme les prévisions météorologiques: dans les deux cas, la plupart des indices proviennent de l'extérieur du pays. Plus les prévisions sont détaillées, plus les chances qu'elles s'avèrent justes sont faibles; par contre, des prévisions à long terme, même très générales, peuvent s'avérer d'une très grande importance sur le plan économique. La seule différence en ce qui concerne les prévisions technologiques, c'est qu'il n'existe pas de systèmes ni de cycles antérieurs sur lesquels on puisse s'appuyer.

Les prévisions à court terme permettent d'identifier des applications de connaissances existantes susceptibles de favoriser ou d'aggraver la situation d'une entreprise face à la concurrence. Les prévisions à long terme permettent d'anticiper la naissance de nouvelles technologies potentiellement importantes sur le plan commercial fondées sur de nouveaux concepts scientifiques. Dans les deux cas, les prévisions doivent s'appuyer sur une bonne connaissance des dernières réalisations dans le domaine et sur une perception claire des possibilités qu'elles recèlent. Ceci exige, bien entendu, que l'on possède une connaissance technique approfondie de la science mise en jeu et de sa pertinence dans d'autres domaines, et que l'on soit bien renseigné sur ses applications commerciales et industrielles possibles.

Aucune personne ne peut à la fois se tenir au courant des derniers progrès techniques, jouer un rôle dynamique dans le monde des affaires et voyager un peu partout pour prendre connaissance des réalisations qui voient le jour dans divers laboratoires. Il est évident que, pour assumer ces fonctions, il sera nécessaire de réunir des personnes de compétences et d'expérience complémentaires qui pourront échanger des connaissances et interpréter l'information obtenue.

Le Bureau d'évaluation technologique

Pour répondre à ce besoin, le Conseil mettra sur pied un Bureau d'évaluation technologique (BÉVT). Sa mission ne consistera pas autant à faire des prévisions technologiques qu'à sensibiliser d'autres personnes aux tendances et aux progrès technologiques pertinents pour leur permettre de faire leurs propres prévisions. Le BÉVT s'acquittera de ce mandat de plusieurs façons:

- Il aidera les scientifiques et hommes d'affaires importants pour la visite de laboratoires étrangers.
- Il organisera des visites et des échanges de personnel entre des laboratoires du Canada et d'autres pays.
- Il organisera des séances régulières pour permettre aux scientifiques du CNRC revenant de conférences et de séminaires, ainsi qu'aux scientifiques dont la visite d'autres laboratoires aura été financée sous son égide, de présenter un compte rendu sur leur mission.
- Il organisera des ateliers mensuels où des scientifiques du gouvernement et des universités rencontreront des technologues et des hommes d'affaires provenant de l'industrie pour examiner des questions spécifiques.
- Il commandera des études sur des questions spécifiques à mesure que le besoin s'en fera sentir.
- Il publiera sous forme électronique ou imprimée des bulletins d'information qui résumeront les résultats de l'ensemble de ces activités.

Une partie de ces activités nécessitera des fonds qui pourraient ne pas être immédiatement disponibles, mais le BÉVT peut commencer par prendre des services qui demandent davantage d'organisation que de dépenses. Le BÉVT travaillera en collaboration avec d'autres ministères, tels que le ministère des

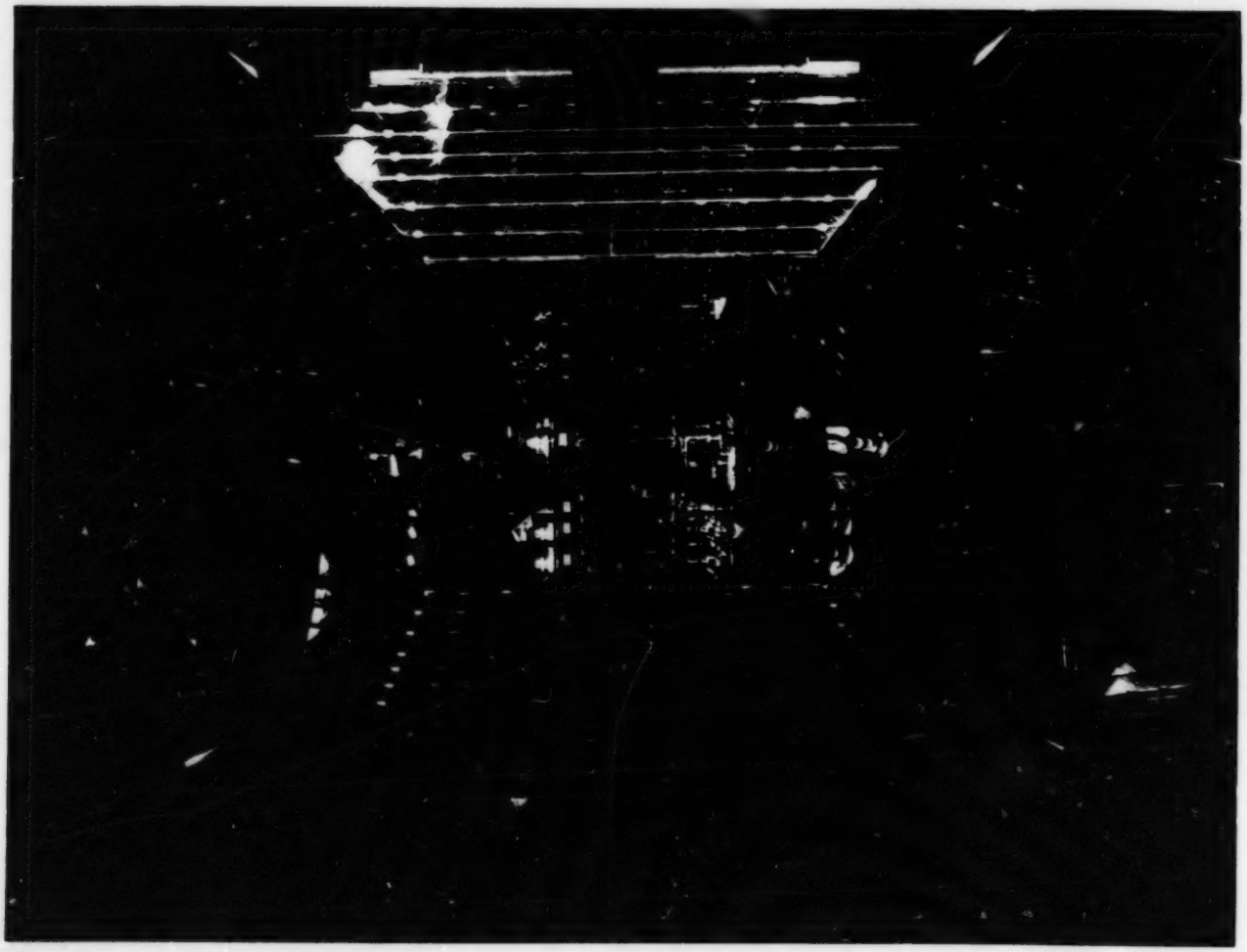
Affaires extérieures et le Conseil des sciences, pour s'assurer que le CNRC ne se livre pas à une duplication de leurs activités, mais qu'il joue plutôt un rôle complémentaire. Ce bureau s'appuiera également sur les recommandations de scientifiques, d'ingénieurs et d'hommes d'affaires en poste.

Le BÉVT s'imbriquera de façon opportune avec une initiative du Bureau de développement industriel et qui est l'affectation à l'étranger de conseillers en technologie industrielle pour surveiller les progrès technologiques réalisés dans des domaines intéressant l'industrie canadienne. L'un des aspects importants des fonctions de ces conseillers sera de ne pas perdre de vue les besoins et les intérêts des entreprises canadiennes tout en se tenant au courant des activités du pays où ils seront basés. Plusieurs affectations (de 3 à 5) interviendront au cours de l'année 1985-86 et elles seront suivies d'affectations supplémentaires si les résultats s'avèrent satisfaisants.

En reliant le BÉVT et les conseillers en technologie industrielle affectés à l'étranger aux services de consultations techniques du PARI et aux bureaux régionaux, le CNRC pourra offrir aux entreprises canadiennes un vaste réservoir d'information interprétée et pertinente sur les technologies existantes et naissantes.

Cette information sera également d'une valeur inestimable pour les ministères gouvernementaux aussi bien dans les prises de décision touchant à des questions relatives à la technologie que pour l'élaboration de nouvelles politiques coordonnées. ■

Grâce à une aide du CNRC, Vortek Industries, de Vancouver, a mis au point une lampe dont l'intensité lumineuse est suffisante pour assurer à elle seule l'éclairage uniforme d'un stade de football.



Vérification d'une éprouvette d'un fermenteur en discontinu utilisé pour la culture massive de divers organismes.

UNE ANALYSE

Une analyse récente de la situation du CNRC effectuée par un consultant indépendant et membre actuel du Conseil du CNRC, D.J. Doyle, de la firme Doyletech Corporation, a conclu que le Canada retirerait plus d'avantages du CNRC si celui-ci consacrait des ressources financières plus grandes et une plus grande proportion de ses efforts à la recherche fondamentale à long terme. M. Doyle soutient que seul un engagement à long terme au niveau de la recherche fondamentale offre la continuité, la largeur de vue et la capacité de prévision nécessaires pour conduire à la production de nouvelles technologies. L'attitude qui consiste à ne se préoccuper que de l'exploitation à court terme du savoir technologique suppose une vision limitée. La recherche appliquée et à court terme est nécessaire pour établir des rapports avec l'industrie, dont le rôle est précisément d'exploiter les technologies découlant de la recherche fondamentale. La production continuelle de nouvelles connaissances est nécessaire pour maintenir les avantages que procure leur exploitation.

LES RESSOURCES HUMAINES CLEF DU SUCCÈS

Le succès d'un plan, quel qu'il soit, dépend de ceux qui l'exécutent. Il est important que les politiques relatives au personnel du Conseil contribuent à renforcer les objectifs et les valeurs dudit plan.

On insistera davantage sur les échanges de personnel et les affectations à l'étranger ainsi que sur la formation professionnelle pour permettre aux membres du personnel d'acquérir une plus vaste expérience et parfaire leurs qualifications. Le Conseil encouragera également la souplesse sur le plan professionnel ainsi que des réorientations de carrière plus fréquentes. Des systèmes de récompense et de promotions permettront de récompenser de façon visible les employés qui auront fait un travail excellent aussi bien en termes de services aux clients qu'en matière de recherche scientifique.

Des efforts seront déployés pour améliorer les communications au sein du CNRC et pour favoriser l'interaction entre les chercheurs et la haute direction du CNRC. Le Conseil poursuivra et, s'il est possible, élargira sa politique de détachements de personnel scientifique dans des postes de l'administration centrale.

Les échanges professionnels

Au cours des cinq prochaines années, le CNRC mettra en oeuvre un programme exhaustif de **détachements** de personnel au bénéfice d'organismes clients oeuvrant dans tous les secteurs, mais notamment dans le secteur industriel.

Le Conseil administre déjà un vaste programme conçu pour les **scientifiques, techniciens et étudiants invités**. Au cours de l'année 1983-84, par exemple, 678 travailleurs invités, dont les trois quarts provenaient d'industries canadiennes, d'organismes des gouvernements fédéral et provinciaux, ainsi que d'universités et d'écoles canadiennes, et le reste de l'étranger (ce qui confirme la renommée internationale du Conseil), ont effectué un stage plus ou moins long au sein des laboratoires du Conseil. En outre, au cours de l'année 1984-85, le CNRC a accueilli 240 étudiants coop provenant de dix-huit universités et collèges canadiens.

Mais ces visites se sont faites en grande partie dans un seul sens. De 1978 à 1984, seulement 34 membres de l'effectif professionnel du CNRC ont été affectés à l'extérieur pendant une période prolongée. En 1984, 14 membres du personnel, soit environ 1 % de l'effectif professionnel, ont pris des congés de perfectionnement professionnel ou d'éducation de ce type. On a enregistré une bien plus grande participation à des activités extra-muros en collaboration avec des clients ou des chercheurs pendant des périodes de courte durée.

Le CNRC encouragera désormais les affectations prolongées, allant de quelques semaines à une année, pour permettre aux scientifiques non seulement d'acquérir de nouvelles connaissances, mais également de voir le monde sous un autre angle.

Le Conseil envisage d'accroître le nombre de ses cadres professionnels et techniques participant à des échanges et affectés à des postes hors du CNRC d'environ 1 % du total par an. À l'échéance du plan, c'est-à-dire dans 5 ans, environ 6 % de ce personnel cadre bénéficiera au cours d'une année donnée, et sous une forme ou une autre, d'un séjour dans un environnement différent.

Le Conseil augmentera également le nombre des scientifiques et des attachés de recherche invités. Les **attachés de recherche** sont des titulaires de doctorat ou de maîtrise ayant récemment obtenu leur diplôme et qui viennent au CNRC pour des stages de deux à cinq ans avec les mêmes salaires et avantages sociaux que les employés permanents. Au cours de leur séjour au CNRC, ils acquièrent une expérience de première main en tant que scientifiques pleinement qualifiés travaillant dans un laboratoire de pointe. En retour, ils donnent accès à une source intarissable d'enthousiasme et d'idées nouvelles au CNRC. On relève actuellement environ 150 attachés de recherche dans le livre de paye du CNRC. Les **scientifiques invités** sont habituellement des chercheurs chevronnés effectuant un stage maximum d'une année, qui partagent leurs expériences avec

leurs collègues du CNRC et qui, ainsi, offrent une fois de plus au Conseil la possibilité de puiser dans le patrimoine mondial des connaissances scientifiques.

Programmes de formation

On accroîtra substantiellement l'utilisation des cours de formation pour le personnel permanent du CNRC. Les scientifiques peuvent souvent conserver leur avance technique du fait du travail qu'ils exécutent et qui est d'acquérir de nouvelles connaissances susceptibles de conduire au remplacement de certaines techniques, méthodes et façons de faire les choses jusqu'alors en vigueur. Le personnel technique, par contre, risque parfois d'être dépassé par des progrès rapides.

Le Conseil développera considérablement l'utilisation des cours de formation dans des domaines comme l'électronique, l'informatique et le traitement de texte pour maintenir le niveau de qualification de son personnel technique et de soutien. L'objectif initial est de donner tous les cinq ans à chacun des employés de ces catégories au moins une semaine de formation en rapport avec le travail exécuté.

Le Conseil encouragera également les scientifiques et ingénieurs à élargir leurs connaissances et les aidera à changer leur orientation, ou encore, à s'attaquer à un travail multidisciplinaire.

Le CNRC recourra dans une plus large mesure aux cours de formation gestionnelle pour le personnel investi de responsabilités au niveau de la gestion et de la supervision. ■

Installation expérimentale pour le soudage de pièces mécaniques finies au moyen d'un faisceau électronique.

DIALOGUE AVEC LA COMMUNAUTÉ

Les comités associés et les comités consultatifs du CNRC sont composés de plus d'un millier de membres parmi les plus actifs de la communauté scientifique et technologique canadienne. Issus de tous les secteurs de l'économie, ils constituent une richesse qui devrait être utilisée plus à fond.

Le rôle d'un comité associé est de conseiller le CNRC dans un domaine particulier de la science et de l'ingénierie ou sur un problème spécifique d'intérêt national. Il constitue souvent le seul forum ou mécanisme de coordination nationale existant dans un domaine donné.

Les comités consultatifs, quant à eux, conseillent individuellement chaque division et groupe du CNRC.

Chaque comité a, par le passé, opéré indépendamment des autres comités et, ce faisant, s'est comporté de la même façon que le monde de la R et D en général. En travaillant à l'élaboration de ce plan, le CNRC a pour la première fois en plus de dix ans réuni les présidents des comités. Les discussions qu'ils ont eues les ont conduits à encourager une participation plus active de leurs comités à la formulation de la politique scientifique canadienne, à promouvoir la recherche et le développement auprès du public et à présenter le point de vue du monde de la R et D au gouvernement.

Dorénavant, le CNRC convoquera des réunions annuelles des présidents de ces comités pour préparer les actualisations annuelles du plan. Le rôle des comités associés sera élargi de telle sorte qu'ils prennent une part plus active à la coordination du travail qui se fait dans les différents domaines, à la diffusion de l'information scientifique et technologique et à l'examen des questions d'importance critique au fur et à mesure qu'elles se présenteront. Dans la limite des ressources existantes, le CNRC fournira des fonds limités et des services de secrétariat élargis pour aider ces comités à exercer leurs activités de façon plus indépendante.

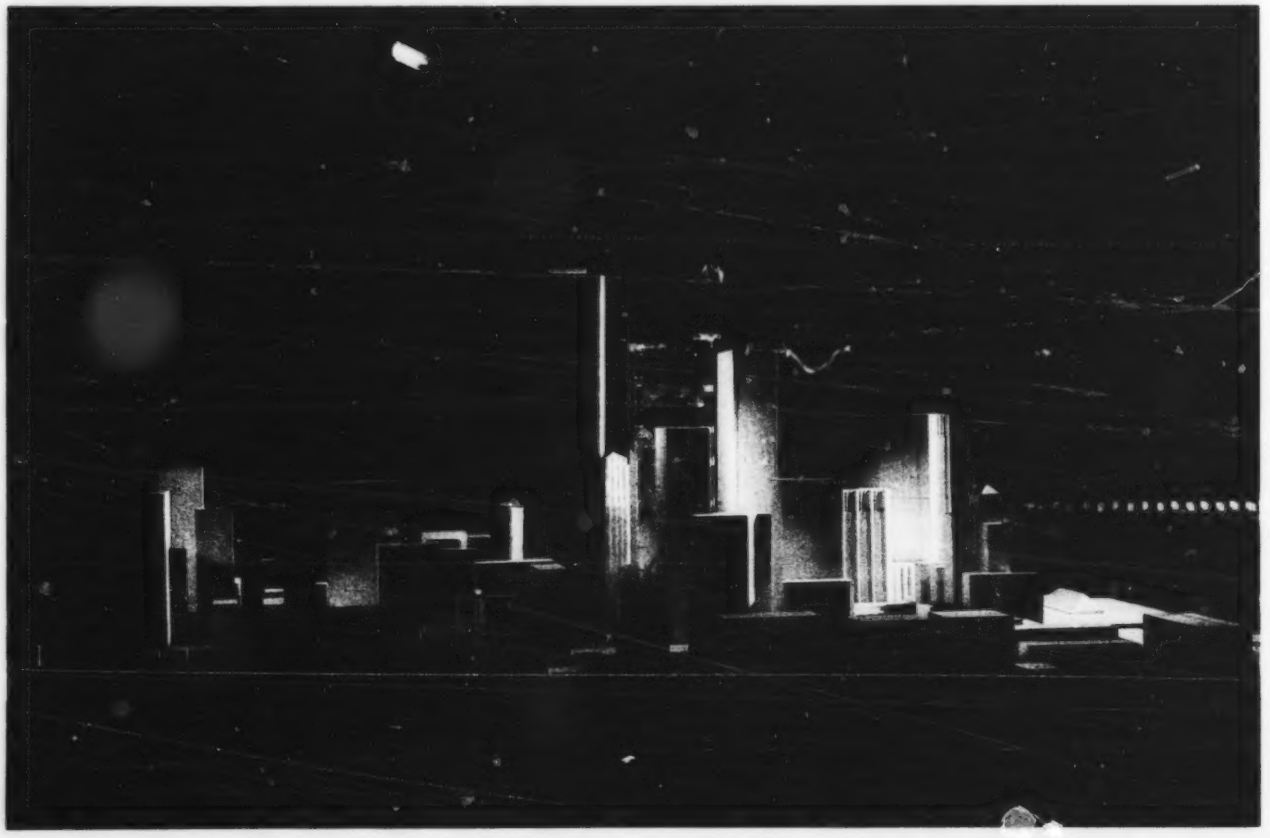
Le rôle du système de comités consultatifs pourrait être éventuellement pris en charge par le nouveau système de commissions consultatives du Conseil, mais le Conseil étudiera par contre les moyens de faire travailler les comités associés de façon plus directe avec les laboratoires du CNRC.

Les vingt et un membres du Conseil du CNRC sont appelés à prendre une part plus active aux opérations du CNRC en apportant leur assistance à la définition des priorités en matière de recherche et en supervisant les nominations au sein des commissions consultatives des laboratoires. Ils fourniront également l'opinion du CNRC sur les questions importantes qui touchent les politiques scientifiques nationales mais qui n'entrent pas directement dans le cadre du mandat du CNRC. ■

COMITÉS ASSOCIÉS

Les comités associés conseillent le CNRC sur des domaines spécifiques des sciences et du génie ou sur des questions d'intérêt national. Ils fournissent également une tribune à la communauté scientifique canadienne. Le CNRC compte 25 comités associés qui oeuvrent dans les domaines suivants:

- Aviation agricole et forestière
- Astronomie
- Biotechnologie
- Recherche sur la construction
- Consultation technique et transfert technologique
- Génie sismique
- Application professionnelle des recherches en ergonomie
- Lutte contre les feux de forêts
- Recherches géotechniques
- Hydrologie
- Technologie pédagogique
- Bruit des machines
- Météorites
- Code national du bâtiment
- Code national de prévention des incendies
- Propulsion
- Recherche et développement pour la réadaptation des personnes handicapées
- Recherche sur les services d'incendie
- Recherche sur l'érosion et la sédimentation littorales
- Critères scientifiques concernant l'état de l'environnement
- Énergie solaire
- Recherche spatiale
- Étalons de mesures physiques
- Toxicologie
- Tribologie



Maquette à l'échelle de l'édifice Commerce Court et du centre-ville de Toronto, dans la soufflerie du CNRC.

LA RECHERCHE SUR LES FEUX DE FORÊTS

Les comités associés du CNRC constituent souvent la seule tribune ou le seul groupe de coordination national dans un domaine donné. Les travaux de l'un de ces groupes, le Comité canadien de lutte contre les feux de forêts, illustrent bien le rôle important que peuvent jouer ces comités.

Créé en 1952, ce comité s'intéresse à la recherche sur les problèmes liés aux feux de forêts et à la mise au point de meilleures méthodes pour lutter contre ce fléau, de même qu'à la coopération entre les divers intervenants dans ce domaine au Canada. Il offre une tribune neutre où les membres des organismes fédéraux et provinciaux oeuvrant dans le domaine de la lutte contre les feux de forêts peuvent se rencontrer et discuter.

Le comité a récemment mis sur pied un groupe de travail chargé de déterminer l'état actuel de la recherche sur les feux de forêts au Canada et de présenter un rapport sur les moyens d'améliorer les programmes des organismes chargés de la lutte contre les feux de forêts au Canada. Le groupe de travail regroupe des membres tant des universités que des organismes fédéraux et provinciaux.

Au terme de plusieurs mois d'étude, le groupe a publié un document de discussion dans lequel il signale plusieurs problèmes de taille au niveau du financement, de la structure et de la cohérence des programmes de recherche dans ce domaine. Il considère que l'effort de recherche actuel au Canada est insuffisant, fragmenté et qu'il ne reçoit pas un financement adéquat pour répondre aux besoins urgents du pays en matière de lutte contre les feux de forêts. Il préconise un effort de recherche accru faisant appel à la technologie la plus récente pour protéger les ressources forestières existantes et pour combler les déficits à court et à moyen termes auxquels sont déjà confrontées plusieurs régions du Canada au niveau des approvisionnements forestiers.

Le groupe de travail recommande plusieurs mesures pour aider à accroître la capacité de recherche du Canada dans ce domaine. Un moyen important consiste à assurer une forte représentation des milieux de lutte contre les feux de forêts au sein du Service canadien des forêts, le principal organisme fédéral de R et D dans ce domaine. Le groupe de travail propose également une nouvelle structure pour le SCF afin d'établir une meilleure coordination et une plus grande convergence au niveau national. Cette structure fait participer directement les organismes provinciaux (par le biais du comité associé) à l'élaboration et à l'application de la recherche. Le document fait valoir que les clients et les utilisateurs de la recherche devraient participer directement à ce processus, de l'identification des problèmes à l'application des solutions, et, le cas échéant, y investir leurs propres ressources. Il a été proposé que le comité joue un rôle consultatif beaucoup plus important par le biais d'une intégration étroite avec la nouvelle structure du Service canadien des forêts.

Un rapport final, reprenant ces recommandations, a été présenté au Conseil des ministres des ressources et de l'environnement, qui avait originellement commandé l'étude, et au Service canadien des forêts. Le rapport a été endossé par ces deux organismes, et un bon nombre des mesures proposées sont actuellement mises en oeuvre.

Les efforts du comité associé du CNRC ont débouché sur une interaction plus étroite entre les différents groupes de recherche sur les feux de forêts au Canada et sur une meilleure utilisation de leurs ressources.

COUP D'OEIL SUR DEMAIN

Les mesures proposées dans ce plan sont dans l'ensemble plus organiques qu'expansionnistes, mais il faut s'attendre à des difficultés comme on en rencontre chaque fois qu'on prend des décisions. Un certain nombre de questions qui intéressent le CNRC ne trouveront réponse qu'avec l'expérience accumulée au cours de ces prochaines années. La plus évidente, bien sûr, est la question de savoir si les mesures prisent aboutiront aux résultats recherchés. Si elles n'aboutissent pas, nous essaierons autre chose parce qu'il est aussi important d'abandonner les expériences ratées qu'il l'est d'essayer de nouvelles idées. Voici, parmi d'autres, quelques-unes des questions spécifiques que nous nous posons:

• Peut-on atteindre la fiabilité en matière de prévision technologique?
Les résultats obtenus par les autres pays sont plutôt mitigés. Nous essayons une approche légèrement différente. Nous ne nous prenons pas pour des prophètes descendant de la montagne avec le futur inscrit sur des tablettes. Nous insistons plutôt sur l'information et l'évaluation. Nous voulons mettre ceux qui prennent des décisions en contact les uns avec les autres et recueillir toute l'information dont ils ont besoin pour arriver à ces décisions.

• Pouvons-nous trouver une méthode précise pour mesurer les avantages qui découlent des travaux du CNRC?
Il est déjà suffisamment difficile de déterminer puis, ensuite, de mesurer tous les résultats économiques qui découlent des travaux du CNRC. Y parvenir sans gêner gravement le déroulement desdits travaux est encore plus difficile. Les économistes ne sont pas encore parvenus à démontrer de façon convaincante qu'il existe un rapport de cause à effet entre la recherche et la performance économique. Aussi, est-il improbable qu'il nous suffise d'affirmer qu'un tel rapport existe bien pour continuer à justifier un budget d'un demi-milliard de dollars.

• Le CNRC peut-il réorienter ses activités sans la souplesse que confèrent des budgets en augmentation?
On serait tenté de penser que l'on peut réaliser des changements en mettant tout simplement un terme à un projet et en le remplaçant par un autre. Mais il est difficile de faire des changements rapides et à grande échelle. Les scientifiques sont hautement spécialisés. Il est impossible d'arrêter un projet de physique pour en lancer un sur la biologie. Les récentes coupures infligées au CNRC ne laissent place à aucune possibilité de manoeuvre.

• Il est bien connu que les changements sont une source de stress. Les changements auxquels le CNRC procède sont-ils susceptibles d'affecter le moral du personnel?
Ce n'est pas tant le changement que l'incertitude qui affecte la plupart des gens. Le CNRC a traversé une période d'incertitudes créées par les coupures budgétaires et l'élimination de certaines activités. Ce plan devrait dissiper dans une certaine mesure les incertitudes qui pourraient encore subsister quant aux orientations qui seront prises pour l'avenir. La majeure partie du travail du CNRC restera inchangée. Les changements apportés n'ont d'autre objet que de s'assurer que l'on tirera le meilleur parti possible des efforts des scientifiques du CNRC. Le CNRC veut obtenir un effort d'équipe. Chaque membre de l'équipe doit être entièrement acquis à la stratégie du jeu et avoir le sentiment qu'il y apporte une contribution importante et gratifiante.

• Le CNRC peut-il être assuré de l'appui soutenu du reste de la communauté scientifique et technique?
La collaboration et la coopération s'appuient sur l'intérêt réciproque — les deux parties doivent sentir qu'elles retirent quelque chose de l'association. Les compagnies du secteur privé doivent être pénétrées de la certitude que les compétences mises à leur disposition par le CNRC sont précieuses et, le cas échéant, qu'elles méritent une compensation monétaire. Il se trouve toutefois que de nombreuses universités créent des centres de technologie pour attirer des clients industriels. Il y a le danger que ces universités considèrent le CNRC comme un concurrent. Ce dernier doit donc trouver le moyen de convaincre tout le monde que son rôle n'est rien d'autre qu'un rôle d'assistance à l'effort national et qu'il lui est complémentaire.

• Ce que fera le CNRC importe-t-il? Le Canada peut-il survivre à la guerre économique qui fait rage?
Pour reprendre la terminologie scientifique, la contribution du CNRC est nécessaire mais n'est pas suffisante. Ce plan est limité par le mandat dont le CNRC a été investi et a été élaboré en tenant compte du fait

que « toutes choses sont par ailleurs égales ». Elles ne le sont pas. Il existe un grand nombre d'autres facteurs pertinents. Il ne sert pas à grand-chose d'aider nos industries d'exploitation des richesses naturelles à réduire leurs frais de production si, par exemple, nos clients potentiels érigent des barrières commerciales et tarifaires contre eux. C'est la raison pour laquelle l'effort du CNRC ne peut pas être plus qu'un élément d'une stratégie économique nationale.

Une actualisation annuelle

Il ne fait aucun doute qu'il y aura d'autres problèmes ou des changements imprévisibles sur le plan des circonstances. C'est la raison pour laquelle le Conseil procédera à une mise à jour annuelle du plan et en produira une version actualisée qui:

- fera le point sur les plans précédents;
- indiquera quels sont les changements à faire et pourquoi;
- décrira les mesures spécifiques qui seront prises.

Personne ne peut, à l'heure actuelle, dire exactement quels seront les problèmes qu'il faudra résoudre en priorité d'ici quelques années. Ce qui est certain, c'est qu'avec le temps les travaux qui se font au Canada ne peuvent que se développer et que le Conseil devra se développer parallèlement. Le Conseil sera prêt à relever le défi avec des réponses bien documentées et bien pesées. Mais, pour l'avenir immédiat, il est important de s'assurer que les sommes dépensées sont utilisées de façon efficace et rentable pour que la contribution de la R et D au développement économique s'appuie sur une base très solide. ■